

## Research on effects of geo-hydrodynamics on topographic changes in the estuary of Cua Dai, Quang Nam province

Dao Dinh Cham<sup>1,\*</sup>, Nguyen Quang Minh<sup>1</sup>, Nguyen Thai Son<sup>1</sup>, Tran Tuan Dung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Geography, VAST, Vietnam*

<sup>2</sup>*Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST, Vietnam*

\*E-mail: [chamvdl@gmail.com](mailto:chamvdl@gmail.com)

Received: 25 July 2019; Accepted: 6 October 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

### Abstract

Accretion and erosion processes recorded in the estuary of Cua Dai, Quang Nam province from 2014 to present have directly affected the issues of flooding drainage system, waterway traffic, aquaculture and seafood exploitation services. These have been drawing special attentions of national and international scientists. So far, several solutions are implemented to overcome these problems such as concreted embankments or dredging operations of the channel to open the sea. The solutions, however, are just temporary to solve immediate situations but not long-term. As a result of passive solutions, the shoreline is still seriously eroded and then the estuary of Cua Dai is re-accreted. Annually, Vietnam government and local offices still spend a large budget and time for recovering and minimizing the effects of such catastrophes without long-term effectiveness. One of the main causes of erosion and accretion of the Cua Dai estuary is hydrodynamic factors and the complex of sediment transportation. The results show that the northeast waves with high frequency and intensity in combination with floods during the Northeast monsoon are considered to be main causes. The accretion of estuary and formation of “Dinosaur island” in front of Cua Dai estuary is partly due to the combined sediment sources caused by the nearshore currents of northeast waves from the north direction and from the river by floods, especially the historical flood event in November, 2017.

**Keywords:** Cua Dai, Quang Nam, MIKE, DELFT3D, coastal erosion, estuarine accretion.

## Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ thủy - thạch động lực đến biến động địa hình vùng cửa sông Cửa Đại, tỉnh Quảng Nam

Đào Đình Châm<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Quang Minh<sup>1</sup>, Nguyễn Thái Sơn<sup>1</sup>, Trần Tuấn Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

\*E-mail: chamvdl@gmail.com

Nhận bài: 25-7-2019; Chấp nhận đăng: 6-10-2019

### Tóm tắt

Hiện tượng xói lở bờ biển, bồi lấp cửa sông ở vùng cửa sông Cửa Đại, tỉnh Quảng Nam được diễn ra từ năm 2014 đến nay đã ảnh hưởng trực tiếp đến vấn đề thoát lũ, giao thông thủy nơi đây cũng như các hoạt động nuôi trồng, khai thác thủy - hải sản. Chúng đã và đang được nhiều nhà khoa học trong nước và quốc tế quan tâm nghiên cứu. Cho đến nay, đã có một số biện pháp khắc phục các tai biến này như xây kè bảo vệ bờ biển, nạo vét để khơi thông luồng lạch cho tàu, thuyền qua lại vùng cửa sông. Các phương án này mang tính bị động, chỉ giải quyết tình thế trước mắt, không đem lại hiệu quả lâu dài và chỉ sau một thời gian bờ biển vẫn bị xói lở nghiêm trọng và cửa sông Cửa Đại lại bồi lấp trở lại. Hàng năm, nhà nước và địa phương mất rất nhiều thời gian, kinh phí để khắc phục, giảm thiểu các loại tai biến trên nhưng không có hiệu quả lâu dài. Một trong những nguyên nhân chính gây ra hiện tượng xói lở bờ biển, bồi lấp cửa sông ở vùng cửa sông Cửa Đại là do các yếu tố thủy động lực, vận chuyển bùn cát diễn ra ở đây rất mạnh mẽ và phức tạp. Kết quả bài báo cho thấy, nguyên nhân chính gây biến động vùng cửa sông Cửa Đại, tỉnh Quảng Nam là do sóng hướng đông bắc có tần suất và cường độ lớn kết hợp với dòng chảy lũ trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Hiện tượng bồi lấp cửa sông cũng như việc hình thành “đào khủng long” trước cửa sông là do một phần nguồn bùn cát từ phía bắc đưa xuống do dòng chảy ven bờ của sóng đông bắc và một phần lớn bùn cát từ trong sông đưa ra theo các trận lũ, đặc biệt lớn xảy ra từ trận lũ tháng 11/2017.

**Từ khóa:** Cửa Đại, MIKE, DELFT3D, xói lở bờ biển, bồi lấp cửa sông, vùng cửa sông.

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng là nơi thường xuyên chịu ảnh hưởng và tác động của nhiều loại hình thiên tai khốc liệt như hạn hán, bão, lũ lụt, ngập lụt, xói lở bờ sông, bờ biển và bồi lấp cửa sông. Ngoài ra, do cấu trúc địa chất phức tạp bị chia cắt bởi nhiều cửa sông và đầm phá của dải bờ biển Việt Nam nói chung. Các quá trình thủy, thạch động lực diễn ra trong dải ven bờ khu vực này rất phức tạp và liên quan chặt chẽ tới các quá trình động lực tự nhiên như sóng, dòng chảy ven bờ và vận chuyển bùn cát cũng như các hoạt động của con người từ thế

hệ này sang thế hệ khác. Vì vậy, các quá trình xói lở và bồi lấp cửa sông, biến tiến, biến lùi xảy ra liên tục theo thời gian rất khó lường. Đặc biệt, trong những năm gần đây, sự gia tăng về cả quy mô lẫn cường độ của các loại hình thiên tai và diễn biến phức tạp, mạnh mẽ của các quá trình xói lở và bồi lấp vùng cửa sông tỉnh Quảng Nam đã dẫn tới những thiệt hại đáng kể về người và của, ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh.

Từ năm 2014 tới nay, vùng cửa sông Cửa Đại (hình 1) đã thu hút sự quan tâm đặc biệt của dư luận cũng như cộng đồng khoa học do sự xói

lở bờ biển, bồi lấp cửa sông đang diễn ra một cách rất nghiêm trọng theo thời gian và không gian. Vì vậy, việc nghiên cứu để nắm bắt được quy luật diễn biến quá trình thủy thạch động lực, biến động của địa hình lòng dẫn cửa sông, đặc biệt là xu thế biến đổi địa hình cửa sông Cửa Đại

có tầm quan trọng về mặt khoa học và ý nghĩa to lớn về mặt ứng dụng thực tiễn. Nghiên cứu này sẽ góp phần quan trọng trong công tác phòng, tránh và giảm nhẹ tai biến thiên nhiên cũng như quản lý tổng hợp một cách bền vững dải ven biển tỉnh Quảng Nam.



Hình 1. Vùng cửa sông Cửa Đại tỉnh Quảng Nam [Nguồn: GoogleEarth]

Cho tới nay, có rất nhiều phương pháp nghiên cứu để giải quyết vấn đề này như phương pháp thống kê, phân tích các tài liệu thu thập, mô hình vật lý hay phân tích tài liệu thực đo. Tuy nhiên, với những ưu điểm của phương pháp mô hình toán đã được nhiều nước tiên tiến trên thế giới sử dụng như Hà Lan, Anh, Australia [1–3]. Việc áp dụng phương pháp mô hình toán trong mô phỏng chế độ thủy - thạch động lực vùng cửa sông Cửa Đại nhằm đánh giá hiện trạng và nguyên nhân ảnh hưởng đến biến động địa hình vùng cửa sông Cửa Đại, Quảng Nam phục vụ cho việc khơi thông luồng lạch là việc làm rất cần thiết nhằm đáp ứng yêu cầu của xã hội và nhất là của ngư dân vùng ven biển cửa sông Cửa Đại. Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu biến động địa hình vùng cửa sông Cửa Đại tỉnh Quảng Nam bằng phương pháp mô hình toán dựa trên 2 mô hình đang được áp dụng rộng rãi

trên thế giới và Việt Nam là mô hình MIKE và Delft3D.

## PƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Giới thiệu mô hình MIKE

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều mô hình được sử dụng để mô phỏng các quá trình thủy động lực và vận chuyển bùn cát ở vùng cửa sông, vùng biển như: DELFT, TELEMAC, SMS, MECCA hay MIKE. Tuy nhiên, bộ phần mềm MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch xây dựng và phát triển, được nhiều quốc gia trên thế giới có biển sử dụng phổ biến. Vì bộ mô hình MIKE này được xây dựng có lưới tính linh hoạt đối với bài toán có địa hình đa dạng và phức tạp. Hệ thống mô hình được phát triển và ứng dụng nghiên cứu về lĩnh vực hải dương học, môi trường vùng cửa sông, ven biển. Hiện nay, Viện Thủy lực Đan Mạch có các bộ phần mềm 1 chiều, 2 chiều và 3 chiều bao gồm một

số module tính dòng chảy thông dụng chuyên sử dụng để mô phỏng và tính toán: Trường dòng chảy, trường sóng, vận chuyển bùn cát, chất lượng nước và sinh thái... cho các vùng như sông lục địa, cửa sông, vịnh và các vùng ven biển. Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng mô hình một chiều (MIKE 11) [4] mô phỏng dòng chảy trong sông cung cấp lưu lượng, độ đục làm biên đầu vào cho mô hình Delft3D. MIKE 11 là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng, được ứng dụng để mô phỏng chế độ thủy văn thủy lực, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở cửa sông, trong sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác. Đây là mô hình tích hợp, bao gồm các module chuyên dụng độc lập phục vụ thực hiện các nhiệm vụ khác nhau như: Mô đun thủy lực (Hydrodynamic - HD); Mô đun tải khuếch tán (Advection Dispersion - AD); Mô đun sinh thái (Ecolab), Mô đun vận chuyển bùn cát (Sediment transport-ST).

### Giới thiệu mô hình Delft3D

Mô hình Delft3D do Delft Hydraulics (Hà Lan) phát triển [5]. Sự lan truyền và biến đổi của sóng biển được mô hình hóa bằng mô đun Delft3D-WAVE dựa trên cơ sở của mô hình SWAN. Sự thay đổi của các trường mực nước,

vận tốc dòng chảy, vận chuyển bùn cát và biến đổi đáy được mô hình hóa bằng mô đun Delft3D-FLOW. Kết quả mực nước, dòng chảy và địa hình đáy từ Delft3D-FLOW được dùng để làm điều kiện đầu vào cho mô hình sóng Delft3D-WAVE. Kết quả tính toán sóng và dòng chảy do sóng từ Delft3D-WAVE lại được sử dụng làm đầu vào cho Delft3D-FLOW để tính toán dòng chảy, vận chuyển bùn cát và biến đổi đáy ở bước tính tiếp theo.

### Thiết lập mô hình cho khu vực cửa sông Cửa Đại

#### Số liệu địa hình

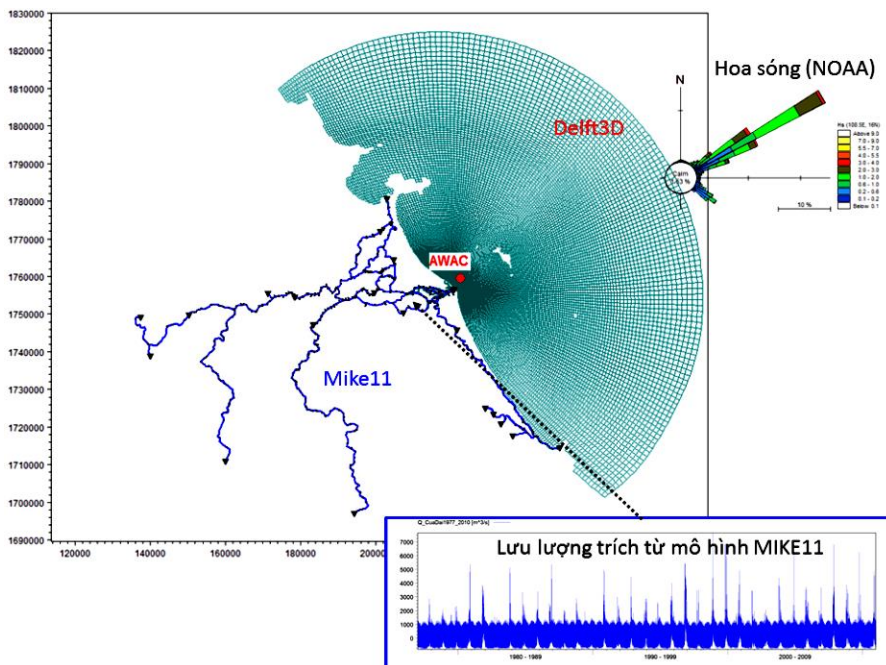
Ở khu vực cửa sông Cửa Đại: Được sử dụng từ số liệu đo vẽ để thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 do Viện Địa lý thực hiện vào tháng 3/2017.

Ở khu vực ngoài biển sâu: Sử dụng số liệu bản đồ địa hình 1:50.000 do Bộ Tài nguyên và Môi trường thành lập.

Số liệu địa hình toàn cầu Gebco 2019 [6].

#### Số liệu điều kiện biên

Biên sóng số liệu từ chuỗi số liệu sóng tái phân tích toàn cầu của Cục Khí quyển và Đại dương Hoa Kỳ [7].



Hình 2. Thiết lập mô hình toán cho khu vực nghiên cứu

Biên gió được lấy từ số liệu gió tái phân tích của Trung tâm Nghiên cứu khí quyển quốc gia Hoa Kỳ (NCAR) [8].

Số liệu dùng cho các biên ở phía biển là các hằng số điều hòa của 10 sóng: Q1, O1, P1, K1, M2, S2, K2, N2, MF, MM. Ứng với mỗi đoạn biển sẽ tương ứng có các hằng số điều hòa khác nhau. Mô hình đã sử dụng chuỗi số liệu đo đạc 17 năm từ các nguồn đo đạc từ vệ tinh TOPEX/Poseidon.

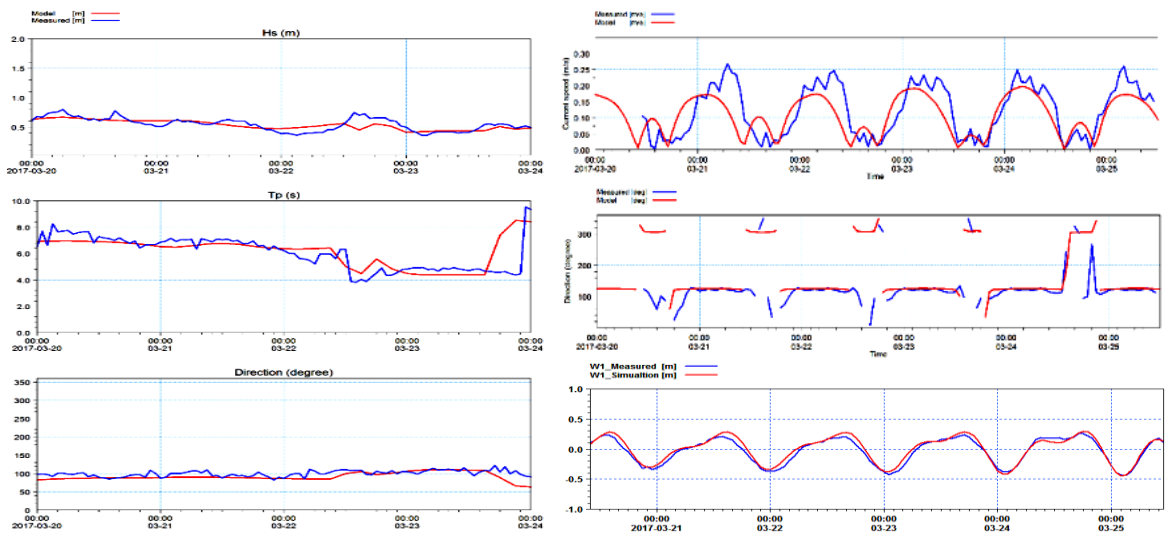
Lưu lượng nước, độ đục được trích từ kết quả của mô hình MIKE11 thuộc đề tài cấp Nhà nước KC 09.03/16–20 do Viện Địa lý là cơ quan chủ trì.

Số liệu thành phần cấp hạt được lấy mẫu phân tích từ tháng 3/2017 với kích thước hạt trung bình  $d_{50} = 0,32$  mm.

Số liệu hiệu chỉnh mô hình sóng và dòng chảy được đo đạc từ máy AWAC tại vị trí ( $108^{\circ}24'E, 15^{\circ}53'E$ ) (hình 2).

### Hiệu chỉnh mô hình

Để đảm bảo mô hình có kết quả tốt khi mô phỏng bằng các mô hình toán thì bước hiệu chỉnh là bước rất quan trọng. Việc hiệu chỉnh mô hình được thực hiện tại vị trí đặt thiết bị đo sóng và dòng chảy (AWAC) với các yếu tố sóng (hướng sóng, chu kỳ, độ cao sóng) và dòng chảy (vận tốc dòng chảy, hướng dòng chảy và mực nước). Chúng được chỉ ra trong hình 3, so sánh kết quả mô phỏng của mô hình và thực đo cho thấy sự phù hợp với đo đạc thực tế của tất các yếu tố và đảm bảo cho việc mô phỏng các thời gian tiếp theo.



Hình 3. Kết quả so sánh giữa mô hình Deflt3D và thực đo tại vị trí đặt thiết bị AWAC

### KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

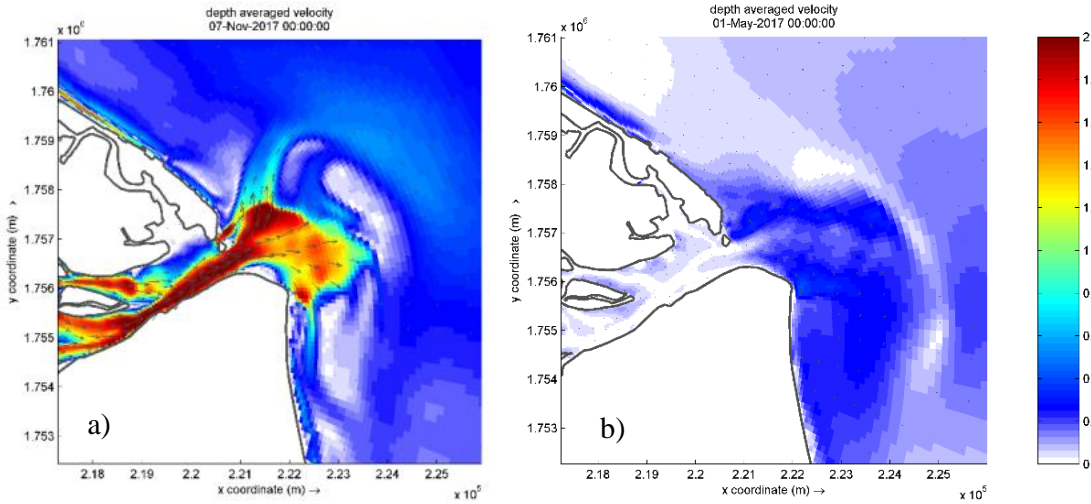
Kết quả mô phỏng cho thấy vùng cửa sông Cửa Đại có chế độ thủy động lực rất mạnh mẽ, thường xuất hiện chủ yếu từ tháng 9 năm trước đến tháng 3 năm sau, trùng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Trong thời điểm này sóng có độ cao trên 1,0 m xuất hiện với tần suất lớn nhất, tập trung chủ yếu vào tháng 10 và tháng 11 hàng năm và trùng với thời kỳ lũ xuất hiện trên sông Thu Bồn. Dòng chảy vào mùa lũ cũng khá lớn, vận tốc dòng chảy có giá trị lớn hơn 1,0 m/s, tập trung chủ yếu ở khu vực phía trong cửa sông. Đối với khu vực phía ngoài cửa sông, vận tốc

dòng chảy tổng hợp thường có giá trị khá nhỏ do tác động mạnh của sóng biển có hướng đông bắc - trùng với hướng dòng chảy lũ. Sự tương tác mạnh giữa các yếu tố sông, biển với nhau ở trước cửa sông đã tạo thành một vòng cung, hầu hết các yếu tố thủy động lực đều vận tốc khá nhỏ, đây là nguyên nhân hình thành lên dải cát lớn, chắn ngang trước cửa sông (hình 4a–4b).

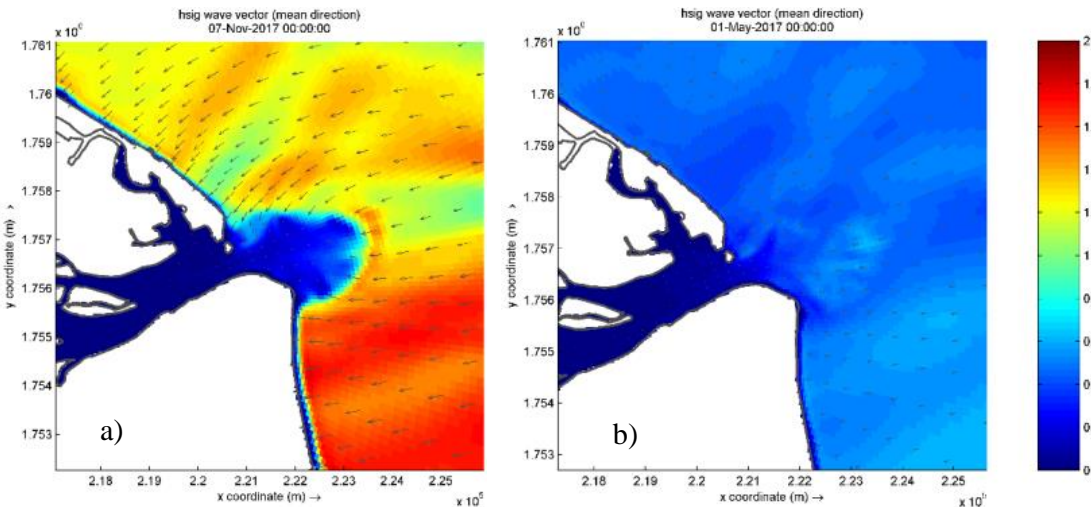
Tuy nhiên, trong các tháng mùa hè từ tháng 4 đến tháng 8 hàng năm, dòng chảy sông ở vùng cửa sông Cửa Đại có vận tốc rất nhỏ, nhiều lúc gần như không thấy xuất hiện dòng chảy từ trong sông ra. Tại vùng này, xuất hiện

chủ yếu là dòng chảy triều và dòng chảy ven bờ do sóng đông nam (hình 4b và hình 5). Trên hình 6a cho thấy, vùng cửa sông Cửa Đại phía ngoài biển dòng chảy có hướng tây bắc - đông nam với sự chiếm ưu thế của dòng chảy hướng đông nam so với hướng tây bắc. Sóng tại khu vực này, chịu ảnh hưởng chủ đạo của sóng

đông bắc (chiếm tới > 70%) so với hướng đông nam. Đặc biệt, khu vực phía bắc của cửa sông, do địa hình ven bờ rất dốc, đường đẳng sâu 5,0 m ở ngay sát bờ nên dòng chảy ven bờ có hướng về phía nam do sóng hướng đông bắc là khá lớn (hình 6b) tại cùng thời điểm.



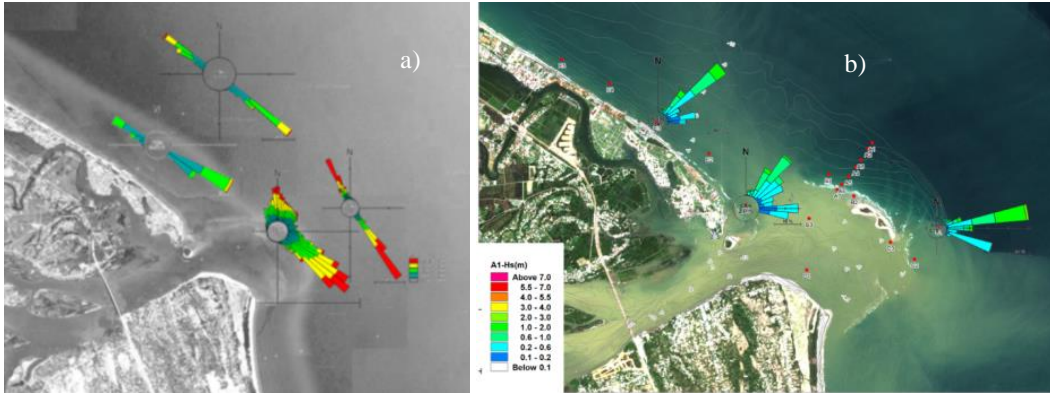
Hình 4. Trường dòng chảy khu vực Cửa Đại khi có lũ (a) và khi không có lũ (b)



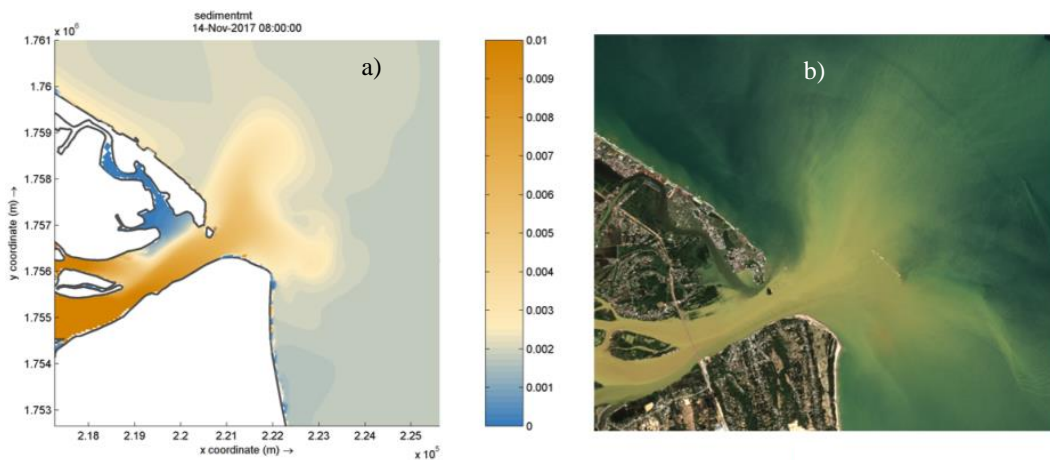
Hình 5. Trường sóng khu vực Cửa Đại khi có lũ (a) và khi không có lũ (b)

So sánh kết quả mô phỏng độ đục bằng mô hình Delft3D cho thấy, phân bố độ đục tại khu vực Cửa Đại có sự khá tương đồng với dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2A [9] chụp vào lúc 8 h ngày 14/11/2017 (hình 7). Thời điểm này, cũng chính là khoảng thời gian xuất hiện lũ lớn trên

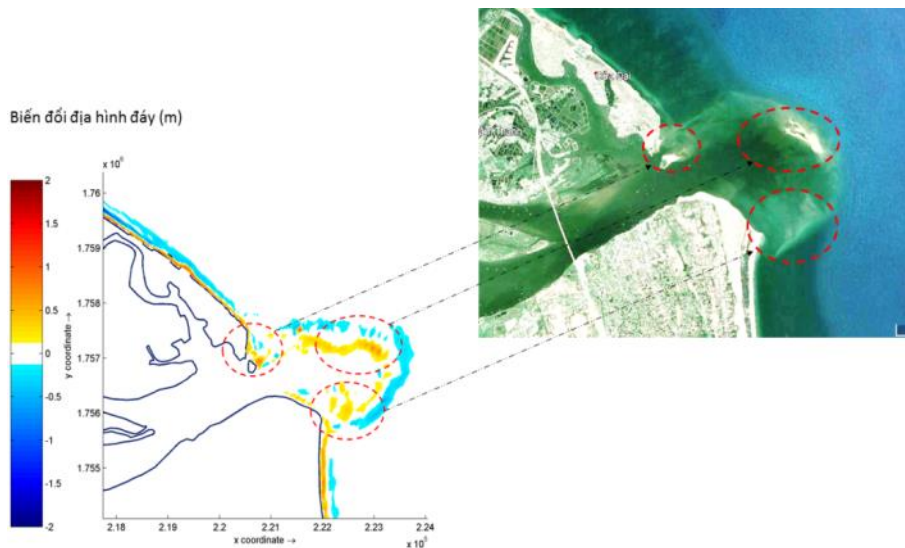
sông Vu Gia - Thu Bồn trong năm 2017. Như vậy, có thể khẳng định nguồn cung cấp bùn cát chủ yếu từ trong sông đưa ra từ trận lũ tháng 11/2017 đã hình thành lên “đảo khủng long” phía trước cửa sông Cửa Đại (hình 8).



Hình 6. Hoa dòng chảy tổng hợp (a) và hoa sóng (b)



Hình 7. Kết quả phân bố độ đục giữa mô hình Delft3D (a) và ảnh vệ tinh Sentinel (b) chụp vào ngày 8h ngày 14/11/2017 tại vùng cửa sông Cửa Đại



Hình 8. Kết quả mô phỏng biến đổi địa hình đáy khu vực Cửa Đại

## KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ ra rằng mô hình Delft3D mô phỏng chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát cho vùng cửa sông Cửa Đại, tỉnh Quảng Nam khá trùng với thực tế xảy ra. Kết quả mô phỏng đã làm sáng tỏ sự hình thành dải cát chắn ngang cửa sông Cửa Đại; Nguyên nhân chính là do sự tương tác giữa dòng chảy lũ và sóng biển gây ra trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc trùng với trận lũ tháng 11/2017 - tương ứng tần suất lũ 10 năm xuất hiện 1 lần. Kết quả tính toán cho thấy, dòng chảy lũ đã mang lượng bùn cát là 700.000 m<sup>3</sup> từ trong sông Thu Bồn ra phía cửa sông hình thành lên "đảo khủng long" phía trước cửa sông Cửa Đại.

**Lời cảm ơn:** Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước mã số KC09.03/16–20. Tập thể tác giả bài báo xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã cấp kinh phí để triển khai thực hiện đề tài này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] van Rijn, L. C., 1993. Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas (Vol. 1006). *Amsterdam: Aqua publications.*
- [2] van Rijn, L. C., 2007. Unified view of sediment transport by currents and waves. I: Initiation of motion, bed roughness, and bed-load transport. *Journal of hydraulic Engineering*, 133(6), 649–667.
- [3] van Rijn, L. C., 2007. Unified view of sediment transport by currents and waves. II: Suspended transport. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133(6), 668–689.
- [4] DHI, 2019. Users Manual: MIKE 11. *Danish Hydraulic Institute.*
- [5] Delft Hydraulics, 2006. Delft3D-Flow User Manual; Delft3D-Wave User Manual.
- [6] [https://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/)
- [7] <https://polar.ncep.noaa.gov/waves/>
- [8] <https://rda.ucar.edu/>
- [9] <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0>