

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BÃO ĐẾN BIẾN ĐỔI ĐỊA HÌNH ĐÁY CỦA ĐÀ DIỄN, TỈNH PHÚ YÊN

Phạm Văn Chinh

Trung tâm Hải văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Nguyễn Tiến Đạt

Trung tâm Phát triển công nghệ cao, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam

Vũ Công Hữu

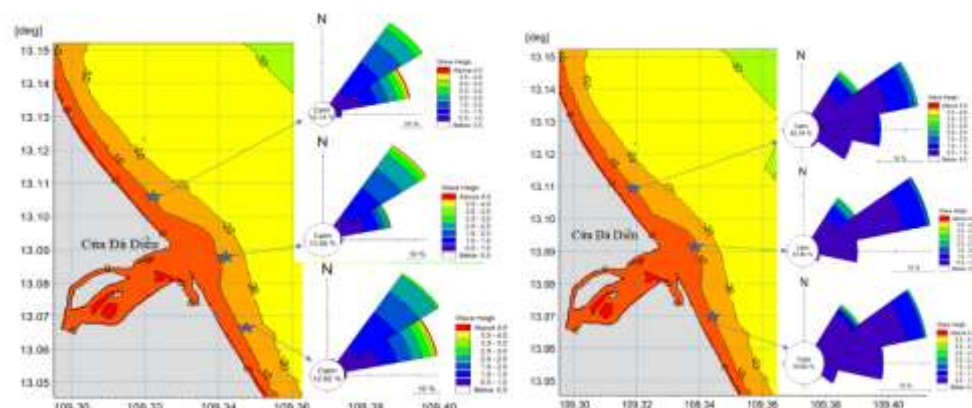
Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu, tính toán diễn biến bồi xói vùng biển ven bờ cửa sông Đà Diễn tỉnh Phú Yên do tác động của cơn bão điển hình. Bộ mô hình Mike21 gồm các mô đun sóng, dòng chảy và vận chuyển bùn cát được áp dụng trong mối liên kết động giữa các mô đun. Các kết quả nghiên cứu và tính toán cho thấy mức độ và xu thế bồi xói phù hợp với tình hình đang diễn ra và có ý nghĩa góp phần làm rõ nguyên nhân gây biến động hình thái cửa sông Đà Diễn trong ngắn hạn.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Phú Yên là một tỉnh duyên hải Nam Trung bộ, với bờ biển dài khoảng 189 km, có 2 cửa sông lớn là cửa Đà Rằng và cửa Đà Nông. Bồi xói lòng sông, nhất là ở vùng cửa sông ven biển có tầm quan trọng về kinh tế, đã ảnh hưởng rất nhiều tới phát triển kinh tế khu vực và là bức xúc của xã hội. Bồi xói các cửa sông miền

Trung (Trong đó cửa Đà Diễn thuộc tỉnh Phú Yên) diễn ra mạnh mẽ nhất và phức tạp nhất so với các khu vực khác của nước ta. Cửa Đà Diễn là cửa sông Ba (phần hạ lưu còn gọi là sông Đà Rằng), con sông lớn nhất khu vực Nam Trung bộ. Ở đây có cảng cá lớn nhất của Phú Yên, có khu neo đậu của hơn 1.000 tàu đánh bắt hải sản xa bờ và là trung tâm giao thương cá ngừ đại dương lớn nhất khu vực duyên hải miền Trung.



Hình 1: Phân bố trường sóng lớn nhất trong mùa gió ĐB (trái) và TN (phải)[1]

Vấn đề bức xúc diễn ra trong nhiều năm gần đây ở khu vực cửa Đà Diễn là hiện tượng bồi lấp cửa sông. Không chỉ có bị bồi lấp, ở vùng cửa sông ven biển cửa Đà Diễn còn xảy ra tình

hình xói sạt lở dọc bờ biển rất nghiêm trọng. Trong nhiều năm gần đây kể từ 2010, khu vực ven biển phía Nam cửa Đà Diễn thuộc phường Phú Đông và sát sân bay Tuy Hòa liên tục bị sạt

Ngày nhận bài: 15/9/2022

Ngày thông qua phản biện: 10/10/2022

Ngày duyệt đăng: 25/11/2022

lở. Rất nhiều nhà cửa của hàng trăm hộ dân cư và cơ sở hạ tầng bị sóng biển nhấn chìm. Năm 2013, Nhà nước đã bắt đầu đầu tư xây dựng tuyến kè chống sạt lở nhưng sau đó dọc bờ biển lân cận khu vực này lại tiếp tục sạt lở, từ đó đã tạo ra một hình thái bờ biển rất phức tạp ở phía Nam cửa sông.

Vùng biển ven bờ tỉnh Phú Yên chịu 2 mùa gió chủ đạo là mùa gió Tây Nam (từ tháng 4 đến tháng 9 hàng năm) và mùa gió Đông Bắc (từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau); ngoài ra nơi đây cũng chịu ảnh hưởng bão và áp thấp nhiệt đới vào khoảng tháng 10 đến tháng 12 hàng năm với tần suất 1-2 cơn/năm. Đường bờ biển khu vực cửa Đà Rằng theo hướng NE – SW nên chủ yếu chịu tác động của sóng hướng N, NE và E.

Phú Yên là một trong những tỉnh ven biển nằm trong khu vực đón bão, mặc dù bão không nhiều như Bắc bộ và Bắc Trung Bộ, thậm chí có năm không có bão. Mùa bão ở Phú Yên trùng với mùa mưa (tháng 10 đến tháng 12) nhưng cũng có năm xuất hiện vào tháng 6 như năm 2004 (bị ảnh hưởng). Thống kê từ năm 1987 đến 2021 có tổng cộng 30 cơn bão đổ bộ vào khu vực bờ biển tỉnh Phú Yên và vùng lân cận. Điểm cần chú ý là phần lớn các cơn bão đổ bộ trực tiếp vào Phú Yên đều gây ra mưa lớn với lượng mưa thường từ 100 đến 500 mm.

Sự biến đổi dòng chảy, địa hình vùng ven biển và cửa sông là hiện tượng phức tạp do chịu tác động trực tiếp từ các quá trình động lực, các hoạt động khai thác và ảnh hưởng gián tiếp từ các quá trình liên quan đến nguồn cung cấp trầm tích với 3 loại nguyên nhân: nội sinh (thay đổi kiến tạo địa chất), ngoại sinh (tác động của thủy động lực, biến đổi khí hậu) và nhân sinh (hoạt động khai thác, công trình ven bờ và cửa sông).

Khu vực cửa sông là nơi đường bờ biển đổi nhanh dưới tác động của các quá trình tự nhiên (hoạt động tân kiến tạo, mực nước biển dâng, thay đổi lượng mưa, ...) cũng như hoạt động của con người (đập thủy điện, thủy lợi, nuôi trồng thủy sản, khai thác cát,...).

Những nghiên cứu về diễn biến xói lở/bồi tụ bờ sông, bờ biển khu vực cửa sông Đà Rằng theo cả

không gian và thời gian để có những ứng phó hợp lý trong quá trình khai thác khu vực này để phát triển kinh tế - xã hội cũng như chủ động giảm thiểu thiệt hại là hết sức cần thiết.

Trong những năm gần đây, hiện tượng đóng cửa sông ngày càng gia tăng và ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của tàu thuyền. Mặt khác, khu vực xung quanh cửa sông Đà Diễn như xóm Rớ bị sạt lở nghiêm trọng. Qua phân tích ảnh vệ tinh, tác giả Hoang et al. (2015) đã cho thấy sự thay đổi của đường bờ biển dài khoảng 7 km quanh cửa sông bị sạt lở nghiêm trọng trong khi nó ổn định trên các khu vực lân cận khác.

Đã có nhiều nghiên cứu tập trung vào phân tích sự thay đổi đường bờ, đặc biệt là sự đóng cửa của cửa biển Đà Diễn. Công (2006) đã nghiên cứu sự đóng cửa của cửa biển Đà Diễn và tính toán sự thay đổi địa hình. Tác giả Posthumus (2015) cũng mô tả sự đóng cửa theo mùa bằng cách sử dụng hình ảnh Landsat từ năm 2014 đến năm 2015 và cho thấy đường bờ thay đổi đáng kể chủ yếu tập trung ở cửa sông về hình dạng và hướng của luồng. Sau sáu tháng từ tháng 11 năm 2015 đến tháng 4 năm 2016, đường bờ đã di chuyển hơn 100 mét trong luồng chính. Vào mùa khô, cửa vào có xu hướng về phía Nam và gần như đóng cửa trong khi mở cửa vào mùa mưa. Xu hướng này khá giống với các phân tích trước đây (Hoang và cộng sự, 2015; Posthumus, 2015) nhưng số lượng lớn hơn nhiều. Dựa trên việc phân tích ảnh vệ tinh từ năm 2004 đến 2019, nhóm tác giả Nguyễn Hữu Huân 2019 đã chỉ ra hiện tượng bồi tụ xảy ra ở bờ biển ngoài cửa sông Đà Rằng vào thời kỳ gió mùa Tây Nam và ngược lại xói lở vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Biến đổi đường bờ biển khu vực cửa sông Đà Rằng là không lớn, và không thể hiện rõ một xu thế bồi/xói ưu thế. Trong 15 năm qua, lòng sông gần cửa Đà Rằng có xu hướng lệch về phía Bắc, chiều rộng lòng sông bị co hẹp. Tuy nhiên, thời gian gần đây, dưới tác động bất thường của thiên nhiên và hoạt động của con người (lũ lớn và khai thác cát), lòng sông khu vực này được mở rộng đáng kể và một số doi cát đã biến mất hoàn toàn.

Qua các nghiên cứu và phân tích, đánh giá

nguyên nhân diễn biến cửa Đà Rằng thì nguyên nhân chủ yếu là các yếu tố ngoại sinh, trong đó bao gồm gió gián tiếp gây xói lở - bồi lấp qua việc tạo ra sóng và dòng chảy, đặc biệt là gió trong bão; thủy triều và dòng triều, dòng ven bờ là nguyên nhân vận chuyển bùn cát dọc bờ tới cửa sông; nguồn gốc bùn cát vùng cửa Đà Rằng gồm từ thượng nguồn sông Ba đóng vai trò chính hình thành các bãi bồi, đảo chắn vùng cửa sông, bùn cát từ biển mang vào khu bờ dưới tác động của sóng và dòng triều cũng đóng góp vào diễn biến cửa Đà Rằng theo thời gian trong năm. Điều quan trọng là phải tìm ra cơ chế và giải pháp để cải thiện tình trạng này.

Theo tài liệu khảo sát từ các nguồn khác nhau từ 2003 đến 2009, qua phân tích đánh giá cho thấy vùng cửa sông có hiện tượng xói – bồi xen kẽ, khu vực bị xói là một dải nằm sát bờ trái.

Theo kết quả khảo sát của đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước (KC08.06/07-10) [1] từ tháng 10/2007 đến 5/2009 cho thấy kết quả diễn biến của Đà Rằng được đánh giá với 4 vùng (luồng cửa trong sông, luồng cửa chính, bờ phải, và bờ trái) như trong bảng 1 và các hình 1a, 1b. Ngoài ra, các kết quả mô hình số cho thấy lượng vận chuyển bùn cát khu vực cửa Đà Rằng theo dọc bờ lớn hơn rất nhiều so với qua cửa sông. Trong đó vận chuyển bùn cát dọc bờ chủ yếu là hướng bắc nam, còn vận chuyển qua cửa sông chủ yếu là từ hướng biển vào trong thời kỳ mùa cạn.

Để điều tra sự thay đổi hình thái, đã có hai cuộc khảo sát thực địa được tiến hành vào tháng 11 năm 2015 và tháng 4 năm 2016 của đề tài ĐTDL.CN.15/15 [2] cho thấy sự biến đổi địa hình chủ yếu do sự tác động của biển trong các mùa và bão [Kim cương].

Kết quả đánh giá cho thấy hệ thống 2 hồ chứa này có tác động lớn đến chế độ bùn cát, đặc biệt là giai đoạn khi hồ Ba Hạ đi vào hoạt động với tổng lượng bùn cát lơ lửng trung bình năm giai đoạn trước và sau năm 2008 giảm đi đáng kể từ khoảng 2,5 triệu tấn/năm xuống còn khoảng 1 triệu tấn/năm [Tiền Giang, 2017].

Những nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn về động lực - hình thái bờ đều xác nhận rằng, năng

lượng sóng và dòng chảy trong sông là nguyên nhân trực tiếp gây ra biến động địa hình cửa sông. Điều này xảy ra tuân theo định luật bảo toàn vật chất và năng lượng: khi năng lượng tập trung, thì vật chất được giải phóng và khi năng lượng phân tán, thì vật chất được tích tụ. Cụ thể là, khi năng lượng sóng tác động đến cửa sông lớn hơn dòng chảy trong sông, thì khu vực cửa bị phá hủy tạo ra địa hình mài mòn-xói lở dẫn đến bồi trong luồng. Còn khi năng lượng sóng tác động tới cửa nhỏ hơn dòng chảy từ sông chảy ra, thì khu vực cửa sẽ tạo nên các dạng địa hình bồi tụ ở phía ngoài cửa.

Đà Rằng là cửa của sông Ba thuộc tỉnh Phú Yên, lưu vực sông Ba có diện tích 13.900 km² chảy qua ba tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và Phú Yên. Cửa Đà Rằng là cửa sông lớn nhất của khu vực ven biển Nam Trung Bộ và có diễn biến rất phức tạp, đoạn từ cầu Đà Rằng (QL 1A) đến cửa biển bị sạt lở nghiêm trọng và đã được xây kè bảo vệ.

2. PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH



Hình 2: Mối liên kết giữa các mô hình

Để thực hiện việc đánh giá từ các tác động thủy động lực từ tác động của biển và các cửa sông, phương pháp mô hình toán được lựa chọn và áp dụng nhằm xác định các khu vực bờ biển bị có nguy cơ bị xói. Mô hình MIKE21 FM tính toán kết hợp dòng chảy, sóng, vận chuyển trầm tích và chất lượng nước trong sông, hồ, cửa sông, vịnh, các vùng biển ven bờ và biển ngoài khơi. MIKE21 FM cung cấp môi trường thiết kế hoàn chỉnh và hiệu quả cho các ứng dụng kỹ thuật, quản lý và lập quy hoạch đối với vùng biển ven bờ. Sự kết hợp giữa giao diện đồ họa dễ sử dụng

với kỹ thuật tính toán hiện đại tạo ra công cụ hữu ích cho các nhà quản lý cũng như nhà thiết kế công trình.

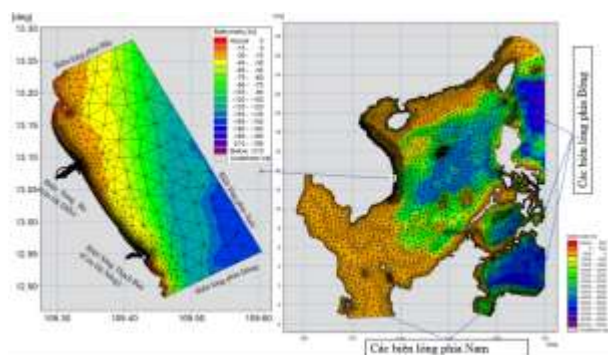
3. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

Phương pháp mô hình được áp dụng được xét một cách tổng hợp từ các tác động của sóng, dòng chảy và các cửa sông được phân tách theo quy mô không gian nhằm hỗ trợ xử lý điều kiện biên cho nhau. Trong đó:

Mô hình 2 chiều được xét với cả quy mô Biển Đông và quy mô chi tiết cho vùng cửa sông. Bài toán quy mô Biển Đông cung cấp các thông tin dữ liệu cần thiết cho các biên lỏng phía biển của bài toán 2 chiều chi tiết khu vực cửa sông Đà Diễn.

Mô hình 1 chiều xét cho mạng sông Ba sẽ cung cấp thông tin chi tiết đầu vào tại cửa sông cho mô hình 2 chiều chi tiết khu vực cửa sông Đà Diễn.

Mô hình 2 chiều quy mô cả Biển Đông đã được hiệu chỉnh và kiểm định với các khoảng thời gian dài độc lập về thời gian cho kết quả khá tốt trước khi tính toán cung cấp dữ liệu đầu vào cho mô hình 2 chiều chi tiết. Kết quả này được kế thừa từ Dự án *Lập quy hoạch hệ thống cảng cá, khu neo đậu tránh chủ bão cho tàu cá thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến 2050 do Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển 2020-2021*.



Hình 3: Sơ đồ trích biên mực nước và sóng từ mô hình quy mô Biển Đông

Mô hình thủy động lực (sóng và dòng chảy): Dữ

liệu tại các biên lỏng phía biển gồm mực nước và các tham số sóng được trích xuất từ kết quả của mô hình MIKE21HD FM và mô hình MIKE21 SW trên quy mô toàn Biển Đông.

Dữ liệu biên gió – áp trên mặt biển: được trích xuất từ số liệu tái phân tích toàn cầu của ECMWF.

4. HIỆU CHỈNH VÀ KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thực hiện theo các chuỗi số liệu đủ dài và độc lập để lựa chọn bộ thông số mô hình phù hợp đối với điều kiện thực tế của vùng nghiên cứu. Tuy nhiên, trong thực tế khó có được những bộ số liệu đủ dài và đồng bộ bởi lẽ phải chi phí quá lớn cho việc đo đạc khảo sát thực địa và đặc biệt là ở môi trường biển.

Hiệu chỉnh/kiểm định lấy giá trị mặc định của các tham số trong mô hình. Quá trình này được thử dần với những tham số mô hình trong phạm vi cho phép và tiếp cận gần đúng phù hợp với đặc trưng khu vực tính toán

Các số liệu về sóng, dòng chảy, lưu lượng và mực nước tại khu vực cửa Đà Diễn sử dụng để tính toán hiệu chỉnh và kiểm định các mô hình được kế thừa từ Đề tài ĐTĐL.CN 15/15 qua đợt tháng 11/2015 (13/11 – 28/11/2015). Cụ thể, tọa độ và các yếu tố đo đạc của các trạm đo qua đợt đo đạc khảo sát cụ thể như sau: Trạm A (tọa độ 13.092218°, 109.347771°): đo sóng (1h/obs), dòng chảy (10min/obs). Trạm C (tọa độ 13.089259°, 109.324811°): đo sóng (1h/obs), dòng chảy (10min/obs), mực nước (1h/obs), độ đục (3h/obs). Trạm D (tọa độ 13.084058°, 109.313209°): dòng chảy (10min/obs), độ đục (3h/obs). Trạm E (tọa độ 13.09690°, 109.34043°): đo sóng (1h/obs), dòng chảy (10min/obs). Trạm F (tọa độ 13.09465°, 109.33002°): đo sóng (1h/obs), dòng chảy (10min/obs). Trạm G (tọa độ 13.08579°, 109.33424°): đo sóng (1h/obs), dòng chảy (10min/obs).

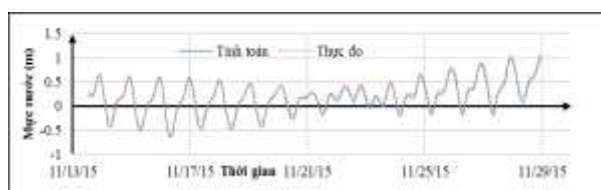


Hình 4: Các vị trí khảo sát tháng 11 năm 2015 (trái) và tháng 5/2016 (phải).

Dữ liệu biên sóng và mực nước: Trong các khoảng thời gian tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, dữ liệu tại các biên của mô hình được trích xuất từ kết quả mô hình 2D quy mô cả Biển Đông.

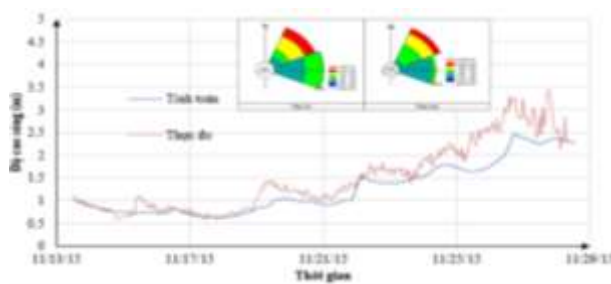
Hiệu chỉnh mô hình dòng chảy và mực nước Mike21HD FM

Chuỗi số liệu quan trắc mực nước tại các trạm D từ ngày 13/11/2015 đến 28/11/2015 được sử dụng để hiệu chỉnh các thông số thủy lực cho mô hình thủy động lực. Kết quả so sánh giữa giá trị tính toán và thực đo được thể hiện trong Hình 5, chỉ tiêu Nash - Sutcliffe và hệ số tương quan lần lượt là 0,96 và 0,99 cho thấy bộ mô hình đã xây dựng mô phỏng khá tốt quá trình thủy động lực khu vực cửa Đà Diễn.



Hình 5: Mực nước thực đo và tính toán tại trạm D

Chế độ sóng khu vực cửa Đà Diễn được mô phỏng thông qua mô đun lan truyền sóng, các thông số của mô đun sóng được hiệu chỉnh dựa trên so sánh giá trị độ cao sóng, hướng sóng của chuỗi quan trắc và thực đo. Chuỗi số liệu tại trạm A trong thời kỳ tháng 11/2015 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình.



Hình 6: So sánh độ cao sóng và hướng sóng thực đo và tính toán tại trạm A

Kết quả so sánh giữa giá trị tính toán và thực đo được thể hiện trong Hình 6. Kết quả cho thấy trong thời kỳ độ cao sóng khoảng 1,0 – 1,5m mô hình mô phỏng khá tốt, tuy nhiên với độ cao sóng lớn hơn 2,5m thì mô hình mô phỏng thiên thấp hơn so với thực đo. Đánh giá theo toàn chuỗi (16 ngày) theo chỉ tiêu Nash – Sutcliffe và hệ số tương quan là 0,86 và 0,96. Kết quả này đảm bảo độ tin cậy với bộ mô hình đã xây dựng.

Hướng sóng theo giá trị tính toán và thực đo được thể hiện theo hoa sóng (Hình 6) cho thấy hướng sóng tính toán và thực đo khá tương đồng về hướng và phân bố tần suất sóng theo độ cao.

Thông qua việc so sánh giá trị mực nước và độ cao sóng, hướng sóng giữa giá trị thực đo và mô phỏng bằng mô hình thủy động lực kết hợp mô đun thủy lực và mô đun sóng cho thấy bộ mô hình đã xây dựng cho cửa Đà Diễn có độ tin cậy cao trong mô phỏng chế độ thủy động lực trong khu vực.

Quá trình thủy động lực tại khu vực cửa sông Đà Diễn rất phức tạp, đây là một trong những

nguyên nhân chính tác động đến hình thái khu vực cửa sông. Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thực hiện với chuỗi số liệu đo đạc tháng 11/2015 đã khẳng định và đánh giá tính ổn định và độ tin cậy của mô hình đã thiết lập.

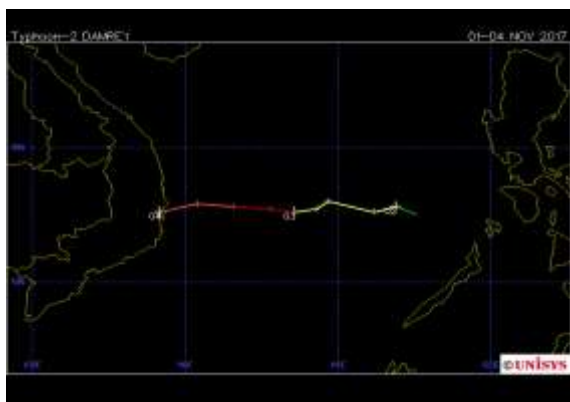
Kiểm định mô hình sóng:

Chuỗi số liệu đo sóng tại trạm F trong thời kỳ từ tháng 18-30/5/2016 được sử dụng để kiểm định mô hình sóng. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt chế độ sóng tại cửa Đà Diễn. Đường quá trình biến đổi của độ cao sóng, chu kỳ sóng giữa giá trị tính toán và thực đo khá phù hợp cả về xu thế và độ lớn.



Hình 7: So sánh độ cao sóng giữa thực đo và tính toán tại điểm F

Quá trình thủy động lực tại khu vực cửa sông Đà Diễn rất phức tạp, đây là một trong những nguyên nhân chính tác động đến hình thái khu vực cửa sông. Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với chuỗi số liệu đo đạc tháng 11/2015 và



Hình 9: Quỹ đạo cơn bão Damrey 2017 (trái) và sơ đồ các mặt cắt phân tích kết quả (phải)

Thời gian mô phỏng: Mô phỏng chế độ thủy động lực và diễn biến biến đổi địa hình đáy trong Bão điển hình, thời gian từ 01-04/11/2017.

Các kết quả biến đổi địa hình được phân

tháng 5/2016 đã khẳng định và đánh giá tính ổn định và độ tin cậy của mô hình đã thiết lập. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy bộ mô hình có đủ độ tin cậy để tiến hành tính toán các kịch bản khác nhau trong nghiên cứu diễn biến biến động địa hình đáy vùng biển ven bờ và cửa Đà Diễn.



Hình 8: So sánh chu kỳ sóng giữa thực đo và tính toán tại điểm F

5. CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN DIỄN BIẾN BỒI XÓI VÙNG BIỂN VEN BỜ, CỬA SÔNG ĐÀ DIỄN TRONG BÃO ĐIỂN HÌNH

Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định trường mực nước, sóng, dòng chảy và vận chuyển bùn cát, có thể thấy rằng bộ thông số của mô hình 2 chiều có thể sử dụng được để mô phỏng biến đổi địa hình đáy cửa Đà Diễn trong cơn bão DAMREY xuất hiện trong thời gian từ 01-04/11/2017, quỹ đạo của bão di chuyển nhanh về phía Tây trực diện với vùng biển ven bờ tỉnh Phú Yên.

tích đánh giá theo không gian và tại các mặt cắt đặc trưng tại cửa sông và các vị trí lân cận:

Mặt cắt 1 (MC1) nằm trong sông Đà Rằng, gần cầu Hùng Vương. Mặt cắt kéo dài cảng cá Đông

Tác (phường Phú Đông) đến bờ kè phường 6 (Tp Tuy Hòa).

Mặt cắt 2 là mặt cắt tại cửa sông (nơi giao nhau giữa sông Đà Diễn và biển), đây là luồng tàu chính ra vào khu neo đậu và cảng cá Đông Tác của các tàu thuyền đánh bắt cá.

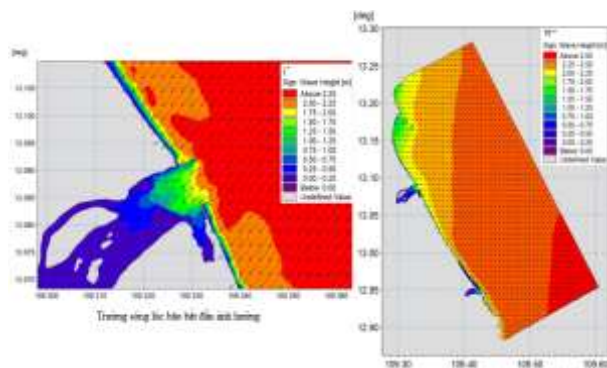
Mặt cắt 3 và 4 là các mặt cắt phía Bắc cửa Đà Diễn.

Mặt cắt 5 và 6 là các mặt cắt phía ngoài biển tại cửa Đà Diễn. Tại vị trí các mặt cắt này thường xuất hiện doi cát, kích thước của doi cát biến đổi theo mùa.

Mặt cắt 7 và 8 là mặt cắt phía Nam (xóm Ró) cửa Đà Diễn. Tại mặt cắt này hiện nay đang xảy ra sự xâm lấn, xói lở dưới tác động của động lực biển.

Các kết quả tính toán trong bão

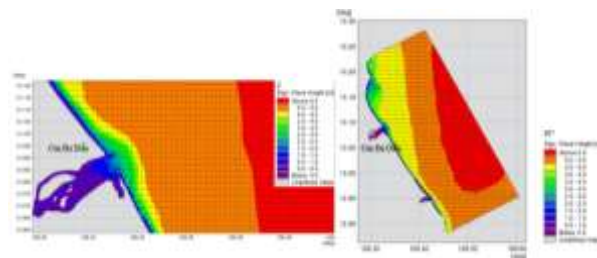
Trường sóng: Độ cao sóng có xu hướng giảm khi đi vào bờ nhưng khi tiến gần đến cửa sông thì độ cao sóng có sự phân hóa rõ rệt theo không gian do ảnh hưởng của bar và doi cát ngay trước cửa sông. Chế độ sóng trong thời kỳ này có hướng Đông Bắc chiếm ưu thế, tuy nhiên tại khu vực cửa Đà Diễn có đường bờ biển chạy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam nên hướng sóng có xu thế vuông góc với bờ biển trong thời đoạn bão (Hình 10, Hình 11, Hình 12).



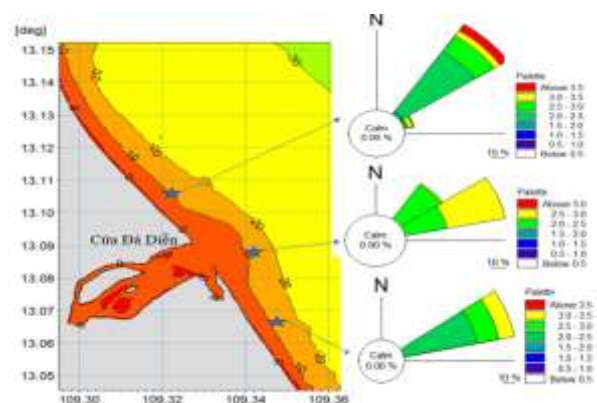
Hình 10: Trường sóng lúc bão bắt đầu ảnh hưởng vùng cửa Đà Diễn và ven bờ Phú Yên

Trường sóng vùng nước sâu có thể đạt độ cao

đến 5,5m và đạt 3,5m tại sát cửa sông (Hình 11).

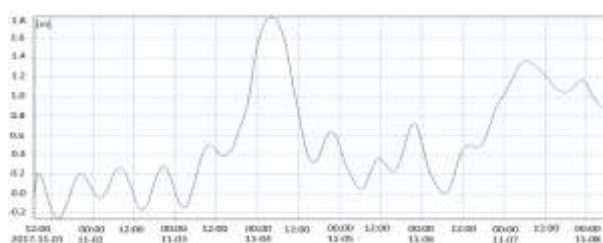


Hình 11: Trường sóng lớn nhất trong bão vùng cửa Đà Diễn và biển ven bờ Phú Yên



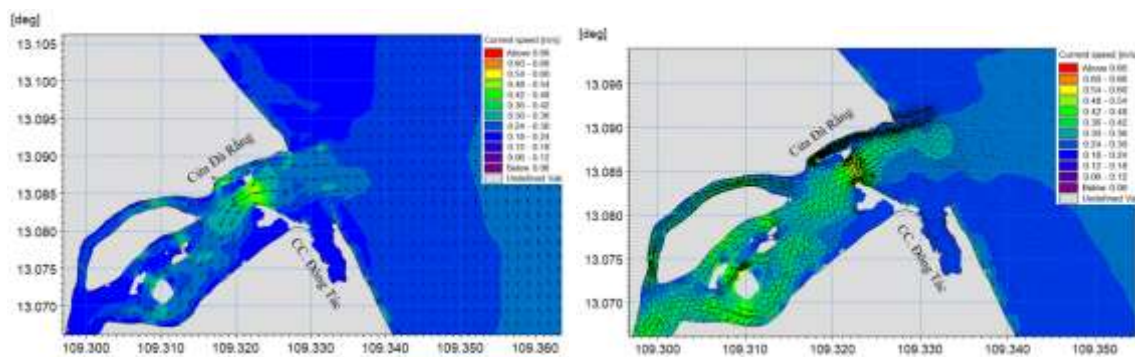
Hình 12: Hoa sóng tại các vị trí ven bờ cửa sông trong thời đoạn bão

Trong điều kiện có bão đổ bộ vào miền tính toán, đã làm mực nước tăng đột biến vào ngày bão phát triển và tiến gần vào khu vực ven biển.



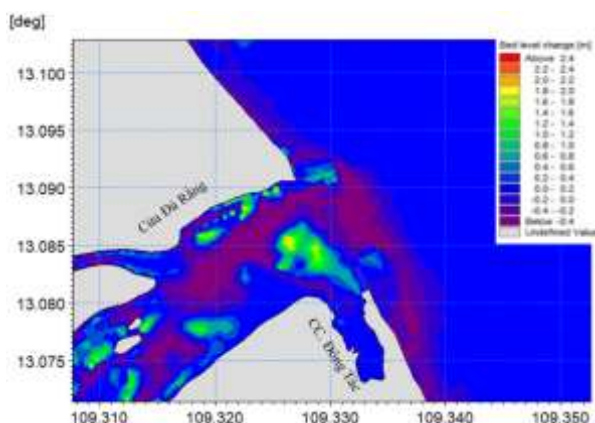
Hình 13: Diễn biến mực nước tổng cộng tại cửa Đà Diễn trong thời kỳ bão đổ bộ

Dòng chảy trong sông có vận tốc lớn, tuy nhiên, có thể thấy rõ sự khác biệt của vận tốc dòng chảy vào lúc trước và trong cơn bão (Hình 14, Hình 15).



Hình 14: Trường dòng chảy trước khi bão đổ bộ tại cửa Đà Diễn (triều lên-trái, triều rút-phải)

Diễn biến địa hình đáy cửa Đà Diễn sau trận bão rất phức tạp, quá trình bồi xảy ra tại các mỏ hàn tại cửa sông và khu vực luồng vào trước cảng cá Đông Tác.

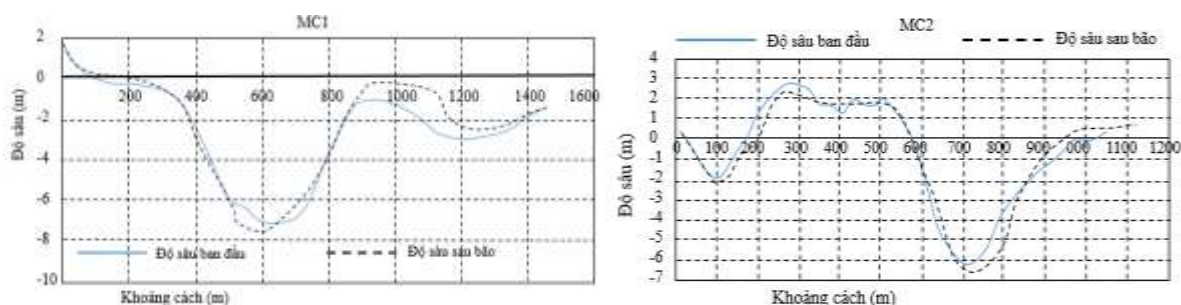


Hình 15: Biến đổi địa hình đáy khu vực cửa Đà Diễn sau bão

Dưới đây là kết quả biến đổi địa hình đáy tại khu

vực cửa Đà Diễn sau trận bão tại 8 mặt cắt nghiên cứu được chọn như trong các Hình 16 đến Hình 19.

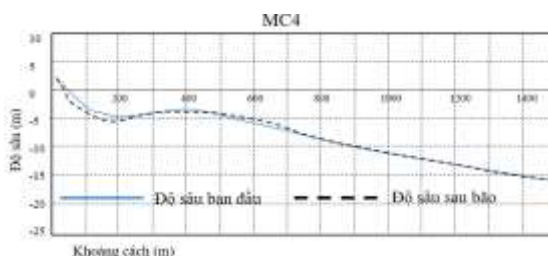
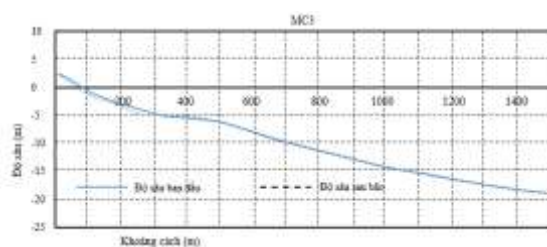
Thể hiện các mặt cắt 1, mặt cắt 2 là mặt cắt ngang sông từ bờ phía Bắc sang bờ phía Nam. Tại mặt cắt 1 có mức độ bồi xói nhỏ với mức bồi lớn nhất là 1,5m tại khoảng cách 1000-200m và xói lớn nhất là 1,2 m tại khoảng cách từ 500 – 600 m tính từ bờ Bắc. Tại mặt cắt 2 địa hình đáy có mức độ bồi xói nhỏ từ phạm vi bờ cách bờ Bắc 100m đến 830m sau đó bồi lại đến bờ phía Nam với mức bồi lớn nhất 0.9m. Khu vực cửa sông phía biển chủ yếu chịu ảnh hưởng của tác động dòng ven bờ (do sóng hướng Đông Nam) từ phía Nam đi lên. Khi dòng ven bờ mang bùn cát ở khu vực bờ biển phía Nam lên gặp dòng triều hướng ra ngoài cửa sông và bị chắn lại, lượng bùn cát này được bồi lắng lại khu vực ven bờ 2 phía cửa sông.



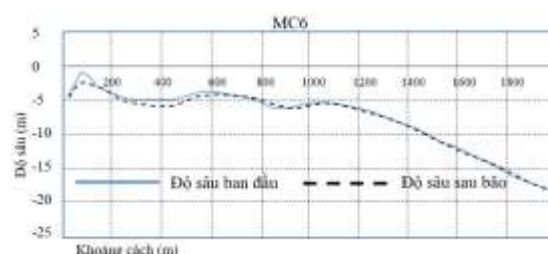
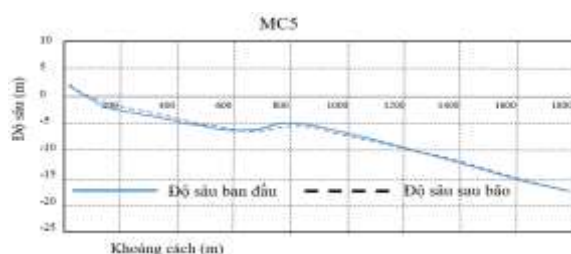
Hình 16: Biến đổi địa hình tại các mặt cắt MC1 và MC2 sau bão

Mặt cắt 3 và mặt cắt 4 nằm phía Bắc cửa sông hiện tượng xói xảy ra từ bờ đến 400m, mức độ xói lớn nhất ở lần lượt tại mặt cắt 3 là 0,6 m và mặt cắt 4 là 0,4m.

Tại mặt cắt 5 hiện tượng bồi xảy ra từ khoảng cách 0 – 300 m. Mức độ bồi lớn nhất là 1,36m. Hiện tượng xói xảy ra ở khoảng cách 400 - 800 m tính từ bờ biển. Mức độ xói lớn nhất 0,45 m.



Hình 17: Biến đổi địa hình tại mặt cắt MC3 và MC4 sau bão

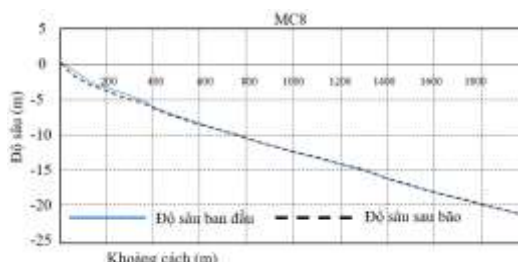
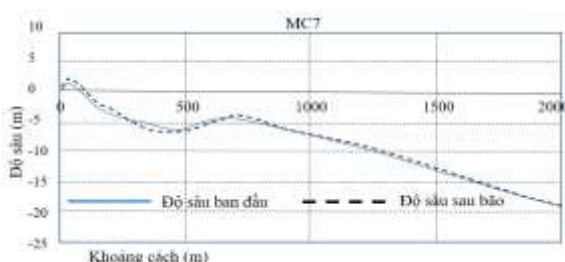


Hình 18: Biến đổi địa hình tại mặt cắt MC5 sau bão

Tại mặt cắt 6 hiện tượng xói xảy ra từ khoảng cách 0 – 700 m. Mức độ xói lớn nhất là 1,6 m sau đó bồi từ khoảng cách 760 -920m. Từ khoảng cách 100m ra nước sâu, mặt cắt ổn định.

Mặt cắt 7 và mặt cắt 8 nằm phía Nam cửa sông.

Tại mặt cắt 7 hiện tượng bồi xảy ra từ khoảng cách 0 m – 330 m tính từ bờ biển, mức độ bồi lớn nhất tại mặt cắt 7 là 1.2m. Hiện tượng xói xảy ra từ khoảng cách 550 – 7100 m với mức độ xói lớn nhất là -0,6 m, sau đó mặt cắt có xu thế bồi ra đến nước sâu.



Hình 19: Biến đổi địa hình tại mặt cắt MC7 sau bão

Tại mặt cắt 8 hiện tượng xói xảy ra từ khoảng cách 0 m– 600 m tính từ bờ biển, mức độ xói lớn nhất là 0,5 m và sau đó mặt cắt có xu thế ổn định ra đến nước sâu.

Tóm lại: Trong thời đoạn bão và lũ, hiện tượng bồi xói vùng cửa Đà Diễn phụ thuộc chính vào hai yếu tố là chảy do lũ, dòng triều và dòng ven bờ do sóng và hoàn lưu do bão gây ra. Tại chính giữa cửa sông, do ảnh hưởng của sóng lớn trong bão đã gây ra hiện tượng xói và gây bồi vào trong sông. Ở khu vực phía trong cửa sông, xu thế bồi dịch chuyển sâu vào trong sông (mặt cắt 1 và 2). Tại các mặt cắt 3 - 4 và 7 - 8 ở 2 bên cửa sông,

quá trình xói vùng ven bờ và gây bồi ra vùng nước sâu đã phản ánh tác động do quá trình vận chuyển theo phương vuông góc với bờ do tác động của sóng lớn trong bão.

KẾT LUẬN

Hiện tượng bồi xói vùng cửa sông Đà Diễn phụ thuộc chính vào tác nhân là dòng chảy do lũ, dòng triều, dòng ven bờ do sóng và hoàn lưu do bão gây ra. Ở khu vực phía trong cửa sông, xu thế bồi bị đẩy sâu vào trong sông (mặt cắt 1 và 2). Tại chính giữa cửa sông, do ảnh hưởng của sóng lớn trong bão đã gây ra hiện tượng xói và gây bồi sâu vào trong sông. Tại các mặt cắt 3-4

và 7-8 ở 2 bên cửa sông, quá trình xói vùng ven bờ và gây bồi ra vùng nước sâu đã phản ánh tác động do quá trình vận chuyển bùn cát theo phương vuông góc với bờ do tác động của sóng lớn trong bão.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin được cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí thực hiện từ nhiệm vụ hỗ trợ Nghiên cứu viên cao cấp năm 2022 của TS. Nguyễn Tiến Đạt, Mã số: NVCC35.01/22-22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dự án Lập quy hoạch hệ thống cảng cá, khu neo đậu tránh chú bão cho tàu cá thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến 2050 do Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển 2020-2021.
- [2] Đề tài độc lập cấp nhà nước, mã số ĐTĐL.CN.15/15. *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội*. Chủ nhiệm: PGS.TS. Nguyễn Tiến Giang. Hà Nội, 2019
- [3] Cong, L. V., Shibayama, T. and Cu, N. V. (2005). "Topography change of Da Rang River mouth in Vietnam: A filed measurement", Proc. of the 3th International Conference on Asian and Pacific Coasts, pp. 1408-1420.
- [4] Huong, P. T., Quy, N. B. and Thanh, L. D. (2009). "Tidal hydrodynamics of Da Rang River mouth in central Vietnam", Proc. of the 5th International Conference on Asian and Pacific Coasts.
- [5] Hoang V. C., Thanh T. M., Viet N. T., and Tanaka H. (2015). "Shoreline change at the Da Rang River Mouth, Vietnam", International Conference of Estuaries and Coasts.
- [6] Posthumus R. (2015). "Conceptual model of the seasonal inlet closure in the Da Dien estuary", Bachelor thesis, VNU-U. Twente, p. 50.
- [7] Cuong Kim Nguyen, Giang Tien Nguyen, Anh Ngoc Tran, Duc Dinh Dang, and Vinh Ngoc Tran. *Hydrodynamics and Short-Term Morphological Change in The Estuaries of Phu Yen Province, Vietnam*. The 8th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics in Naval Architecture, Ocean Technology and Constructions, APHydro 2016.
- [8] Nguyễn Tiến Giang¹, Hoàng Thu Thảo, Trần Ngọc Vĩnh, Phạm Duy Huy Bình, Vũ Đức Quân. *Nghiên cứu sự thay đổi chế độ bùn cát tại hạ lưu sông Ba dưới tác động của hệ thống hồ chứa*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 33, Số 4 (2017) 127-134.
- [9] Nguyễn Hữu Huân, Tống Phước Hoàng Sơn. *Biến động đường bờ khu vực cửa sông Đà Rằng*. Journal of Science – Phú Yen University, No.26 (2021), 74-85.
- [10] Cuong Kim Nguyen, Giang Tien Nguyen, Anh Ngoc Tran, Duc Dinh Dang, and Vinh Ngoc Tran (2016). *Hydrodynamics and Short-Term Morphological Change in The Estuaries of Phu Yen Province, Vietnam*. The 8th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics, Hanoi, pp 169 – 176.
- [11] Nguyễn Tiến Giang, Nguyễn Thị Hương, Nguyễn Việt, Trần Thiết Hùng, Nguyễn Ngọc Hà, Trần Ngọc Anh, Trần Ngọc Vĩnh (2016). *Đánh giá sự biến đổi chế độ thủy văn hạ lưu lưu vực sông Ba dưới tác động của hệ thống hồ chứa*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 2, 12-24.
- [12] MIKE 21/3 Coupled Model FM (2014), User Guide, DHI Software.