

CÁC QUÁ TRÌNH ĐỘNG LỰC VÀ DIỄN BIẾN HÌNH THÁI CỬA ĐẠI VÀ CỬA LỞ TỈNH QUẢNG NGÃI

Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, Vũ Phương Quỳnh, Trần Mạnh Trường
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả tính toán sự ảnh hưởng các quá trình động lực sóng, biến đổi diễn biến bồi/xói cửa Đại và cửa Lở, tỉnh Quảng Ngãi. Phần mềm Mike 21 Couple Model FM, Litpack sau khi đã được kiểm chứng, đã được áp dụng tính toán động lực, diễn biến bồi/xói theo mùa. Các kết quả cho thấy sóng vào mùa gió Đông bắc có vai trò quan trọng trong việc chi phối các quá trình động lực và bồi/xói vùng cửa Đại và cửa Lở. Dòng chảy sóng trong thời kỳ này có thể đạt hơn 1m/s và khu vực tồn tại dòng chảy sóng khá lớn, đặc biệt tại vùng cửa Đại và cửa Lở. Dòng bùn cát mùa gió Đông bắc có vai trò quan trọng trong việc chi phối diễn biến bồi, xói vùng cửa Đại và cửa Lở. Trong năm khi dòng chảy sóng không đủ mạnh, việc bồi lấp cả hai cửa sẽ xuất hiện và đặc biệt là về mùa gió Đông bắc nếu không có lũ lớn xuất hiện. Các tính toán phù hợp với diễn biến hình thái thực tế đã diễn ra và sẽ làm cơ sở để đề xuất các giải pháp công trình nhằm mục đích ổn định cửa Đại (sông Trà Khúc và cửa Lở (sông Vệ) tỉnh Quảng Ngãi. Đây là một phần kết quả trong đề tài độc lập cấp Quốc gia “Nghiên cứu cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp quy hoạch và chỉnh trị nhằm ổn định các cửa sông Trà Khúc và sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi”.

Summary: This paper presents results of calculating the effect of river and ocean dynamics processes on erosion and erosion of Dai and Loi estuaries in Quang Ngai province. Mike 21 Couple Model FM, Litpack after being verified, has been applied to simulation of dynamics and seasonal sedimentation/erosion. The results show that waves in the North-East monsoon wind play an important role in controlling the dynamics and erosion processes in Dai estuary and Lo river estuary. Wave – induced currents in this phase can be larger than 1m/s and the area of currents induced by wave are quite large, especially in estuaries. Wave current of the North-East wind play an important role in controlling the erosion and erosion of Dai and Lo estuaries. During the year when the river flow is not strong enough, the deposition of both estuaries will occur and especially in the North-East monsoon season if no major floods occur. Calculations consistent with actual morphological situation have taken place and will be the basis for proposing engineering solutions aimed at stabilizing the estuaries (Dai and Lo) in Quang Ngai Province. This is part of a national independent research project "Scientific research to propose planning and engineering solutions to stabilize Tra Khuc and Ve river in Quang Ngai province"

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Cửa Đại và cửa Lở nằm cách nhau khoảng 6km (hình 1), giữa 2 cửa được thông với nhau qua sông Cổ Lũy, có quá trình phát triển tương đối nhanh bởi hiện tượng xói lở – bồi tụ lòng dẫn cửa sông ([10]). Hàng năm 2 cửa sông này gây nhiều thiệt hại trong sản xuất nông, lâm, ngư

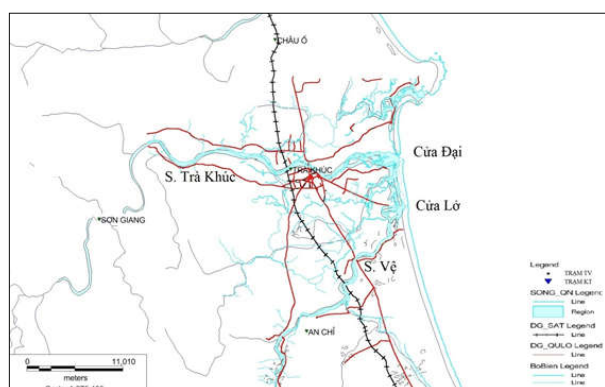
ngiệp nhất là vấn đề an toàn cho ngư dân và tàu thuyền trong mùa mưa bão.

Những nguyên nhân gây ra xói lở, bồi tụ rất phức tạp, là kết quả tổng hợp của các yếu tố từ biển như bão, triều cường, nước dâng... những yếu tố từ sông như lũ lụt, thiếu hụt bùn cát thượng nguồn... yếu tố nhân sinh như sự phát

Ngày nhận bài: 20/8/2018
Ngày thông qua phản biện: 25/9/2018

Ngày duyệt đăng: 03/10/2018

triển tự phát thiếu định hướng quy hoạch của công trình hạ tầng, khai thác cát v.v...([8]). Trước tình thế đáng báo động về xói lở khu vực cửa Đại (sông Trà Khúc) và cửa Lở (sông Vệ) hiện nay, việc nghiên cứu tìm ra nguyên nhân, cơ chế của quá trình biến động xói lở khu vực 02 cửa sông kể trên đã trở lên cấp bách, cần thiết thực hiện trong thời gian sớm nhất có thể nhằm đề xuất các giải pháp KHCN để chỉnh trị 02 cửa nói trên, đặc biệt trong những diễn biến nóng bỏng và mới nhất về tình trạng xói lở, bồi tụ nơi đây trong khoảng năm 2012-2013.



Hình 1: Vị trí địa lý khu vực cửa Đại và cửa Lở tỉnh Quảng Ngãi

2. CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC KHU VỰC CỬA ĐẠI VÀ CỬA LỞ.

2.1. Đối tượng và phương pháp sử dụng.

Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình toán được sử dụng: áp dụng phần mềm Mike 21 FM (các mô đun HD, ST, MT, SW) để tính toán, mô phỏng chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn, cát và bồi/xói vùng cửa sông ([9]0). Kết quả tính toán sẽ làm rõ được quá trình diễn biến, nguyên nhân, cơ chế gây bồi/xói cửa, làm cơ sở để lựa chọn các giải pháp công trình để ổn định vùng cửa sông.

Việc áp dụng mô hình tuân thủ theo nguyên tắc cơ bản: Mô hình phải được hiệu chỉnh và kiểm định nội cách kỹ lưỡng qua các chuỗi số liệu độc lập về thời gian. Vì đây là vấn đề phức tạp chứa nhiều quá trình động lực khác nhau nên mỗi loại

mô hình sẽ được lựa chọn và tính toán với mục tiêu cụ thể: mô hình tính toán sóng, dòng chảy, vận chuyển bùn, cát v.v...

2.2. Số liệu sử dụng.

2.2.1. Số liệu địa hình, lưới tính toán.

Trong nghiên cứu tính toán động lực nói chung, đặc biệt là cho các vùng cửa sông ven biển với địa hình và lòng dẫn thường xuyên chịu sự tác động mạnh của các quá trình động lực sông biển nên lòng dẫn, địa hình (cao trình đáy) thường xuyên thay đổi theo thời gian và không gian. Do vậy địa hình đáy là một trong những vấn đề quan trọng bậc nhất trong nghiên cứu động lực vùng cửa sông ven bờ.

Với những yêu cầu như trên, lưới từ thô đến chi tiết, thay đổi lần lượt từ miền lớn đến miền nhỏ đã được sử dụng.

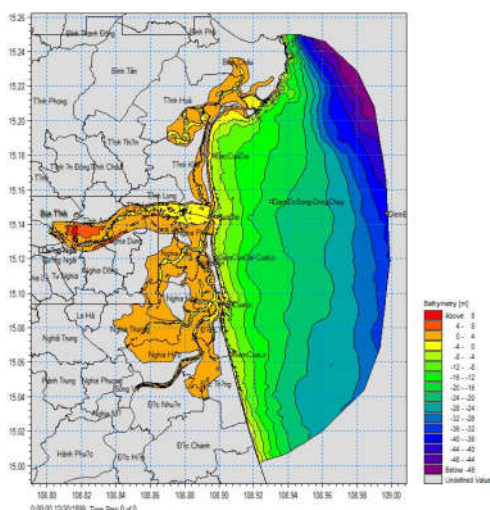
Số liệu về độ sâu được thu thập và cập nhật mới nhất với vùng gần bờ, dữ liệu ngoài khơi được phân tích và tổng hợp qua số liệu nhiều năm như sau:

- Kết quả khảo sát địa hình trên cạn, dưới nước khu vực dự án tỷ lệ 1/5000 do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện tháng 2/2014;
- Tài liệu thu thập địa hình khu vực cửa Đại các năm 2005 và 2006 do Trường đại học Thủy lợi Hà Nội đo đạc
- Tài liệu địa hình đo đạc năm 2013 (thuộc dự án: Nạo vét thông luồng kết hợp tận thu cát nhiễm mặn đề xuất khâu tại cửa Đại, huyện Sơn Tịnh và Tư Nghĩa, tỉnh Quảng Ngãi), do chi cục Thủy lợi và Phòng chống lụt bão tỉnh Quảng Ngãi cung cấp, gồm có:
 - + Địa hình hiện trạng năm 2013 khu vực cửa Đại (trước khai thác cát), tỷ lệ 1/5000;
 - + Địa hình hoàn công năm 2013 khu vực cửa Đại, tỷ lệ 1/5000.
- Các ảnh vệ tinh mà dự án đã thu thập từ năm 1995 đến nay để phân tích, số hóa;

- Địa hình dự án “*Xác định nguyên nhân gây sạt lở, bồi lấp và giải pháp chỉnh trị các cửa sông khu vực cửa Đại, sông Trà Khúc*” năm 2014 (0).

Số liệu địa hình sau khi được đồng bộ hóa về hệ tọa độ VN 2000 được đưa vào chuẩn bị xây dựng lưới tính qua công cụ Mike21 Tool.

Lưới tính toán gồm có 57334 nút và 111413 phần tử, kích thước cạnh ô lưới tam giác biến thiên từ 15m (ven bờ) đến 70m (ngoài biển). Có thể thấy cách lựa chọn miền tính và lưới tính để nghiên cứu khu vực là khá tối ưu và hợp lý, đáp ứng được yêu cầu nghiên cứu tổng thể cho khu vực ven bờ từ cửa Đại đến cửa Lở và một phần phụ cận cả khu vực phía thượng nguồn sông Trà Khúc và sông Vệ.



Hình 2: Miền tính, địa hình và lưới tính khu vực nghiên cứu cửa Đại và cửa Lở tỉnh Quảng Ngãi

2.2.2. Số liệu biên

Trong miền tính toán (hình 2) bao gồm 3 biên, trong đó 1 biên phía biển là sóng và mực nước, 2 biên phía thượng nguồn: trạm KTTV Sơn Giang (sông Trà Khúc) và trạm KTTV An Chỉ (sông Vệ) với biên là lưu lượng và nồng độ bùn.

Số liệu biên mực nước phía biển lấy theo mô hình toàn cầu, khi tính toán trong bão sẽ được lấy theo số liệu tính bão cho toàn biển Đông. Số liệu 2 biên thượng nguồn được lấy theo số liệu tại 2 trạm KTTV, chuỗi số liệu cụ thể như sau:

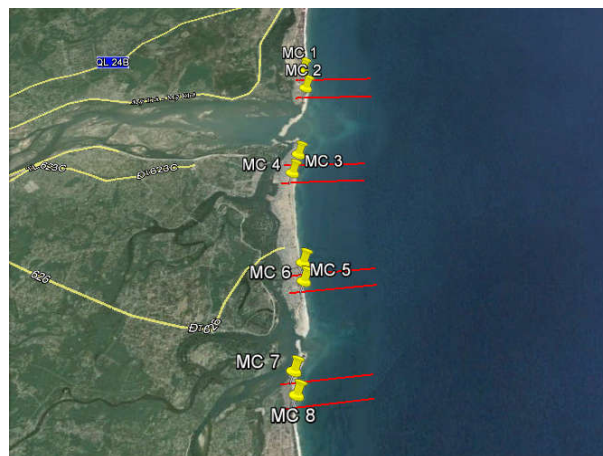
Trạm An Chỉ và Sơn Giang có số liệu lưu lượng Q từ 1978-2016.

Số liệu biên sóng ngoài khơi lấy theo số liệu sóng toàn cầu của NOAA. Ngoài ra còn có số liệu tham khảo thêm về sóng, gió, tại trạm khí tượng hải văn Lý Sơn từ 1985 đến 2015.

2.3. Kết quả tính toán

2.3.1. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình tính toán

Phần mềm Mike 21 FM được áp dụng tính toán các quá trình động lực, bồi/xói khu vực nghiên cứu. Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình toán về các yếu tố mực nước đo đạc từng giờ, sóng, dòng chảy bằng máy tự ghi được thực hiện với số liệu qua 2 đợt khảo sát đo đạc: đợt 1 từ từ 19h ngày 21/11/2015 đến 19h ngày 28/11/2015 và đợt 2 từ 18h ngày 30/06 đến 18h ngày 07/07/2016. Các kết quả cho thấy việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho kết quả khá tốt về mực nước, sóng, dòng chảy, là cơ sở để nghiên cứu và tính toán cho các quá trình động lực khác như bão, nước dâng do bão và động lực sóng v.v.... Chi tiết về kết quả có thể tham khảo trong [4]. Việc kiểm chứng mô hình về biến động đường bờ được thể hiện trong [2],[3].

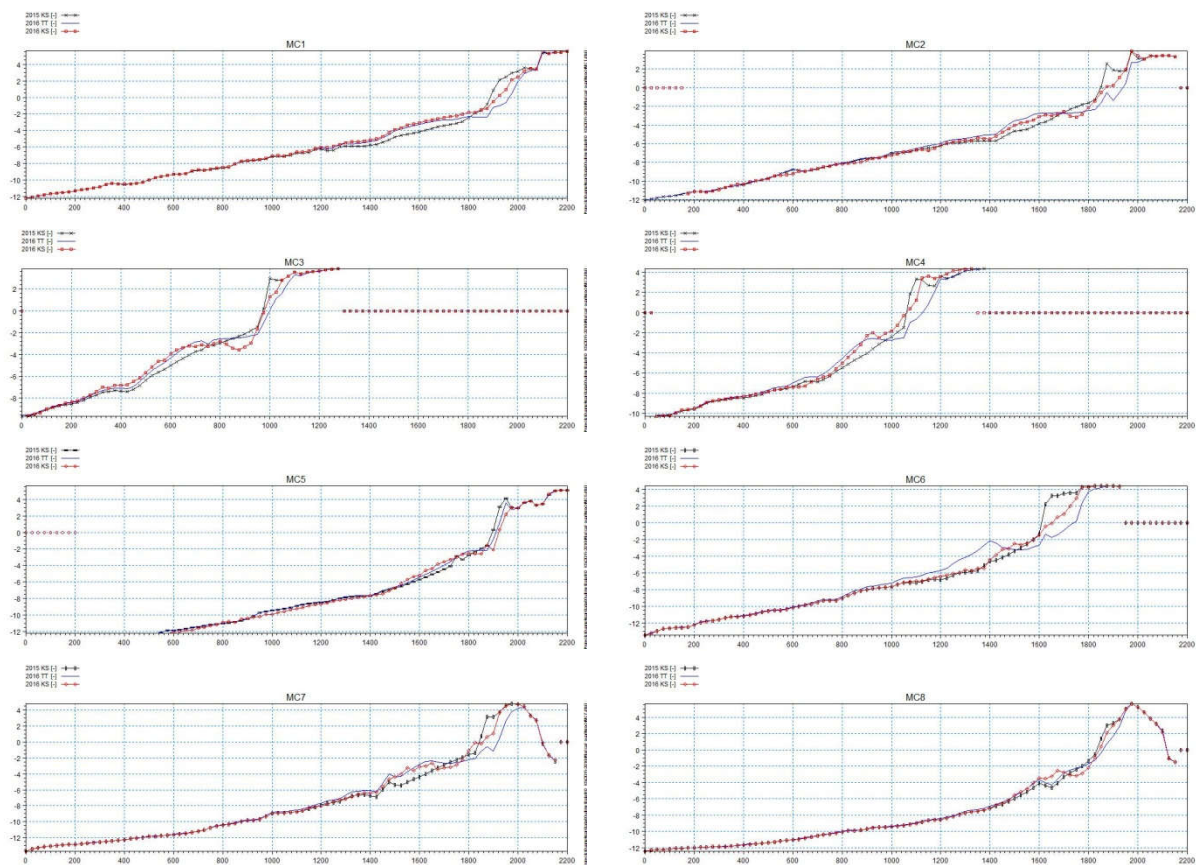


Hình 3: Vị trí đo đạc khảo sát địa hình 8 mặt cắt ngang

Mô hình vận chuyển cát Mike 21 FM (mô đun ST) đã được tính toán liên tục từ ngày 21/11/2015 đến ngày 07/07/2016, diễn biến bồi/

xói qua 8 mặt cắt (hình 3) được thể hiện trên hình 4. Chú ý rằng mô hình này tính toán diễn biến bồi xói đáy, do đó việc xây dựng mô hình

đã thực hiện với cả phạm vi ngập thường xuyên và ngập với mực nước cao, nhằm đánh giá được cả biến động bãi.



Hình 4: So sánh sự biến động 8 mặt cắt ngang từ Bắc cửa Đại đến Nam cửa Lở từ tháng 11/2015 và tháng 7/2016 và kết quả mô hình tính toán

Các kết quả tính toán kiểm chứng cho thấy: Xu hướng biến động mặt cắt ngang giữa kết quả đo đạc và tính toán khá phù hợp tại 8 mặt cắt ngang từ phía Bắc cửa Đại tới phía Nam cửa Lở. Phía Bắc cửa Đại, sự xói lở từ cao trình đáy -2 m trở vào bờ đến cao trình 2-3 m (hình 4- MC1, MC2) và hình thành khu vực bồi tụ từ cao trình đáy từ -2m đến -6 m. Dải xói lở tính từ bờ dài khoảng 300 m và bồi từ 400 – 600m. Độ sâu xói lở xảy ra khá lớn (2-5 m) và bồi khoảng 1-2 m. Đây là khu vực có biến động rất mạnh về bồi/xói. Tương tự như phía bắc cửa Đại. Sự biến động các mặt cắt phía Nam cửa Đại (hình 4- MC3, MC4) cũng diễn ra tương tự như mặt cắt phía Bắc cửa Đại. Tuy nhiên dải xói và bồi thu hẹp

hơn so với phía Bắc khoảng 100m.

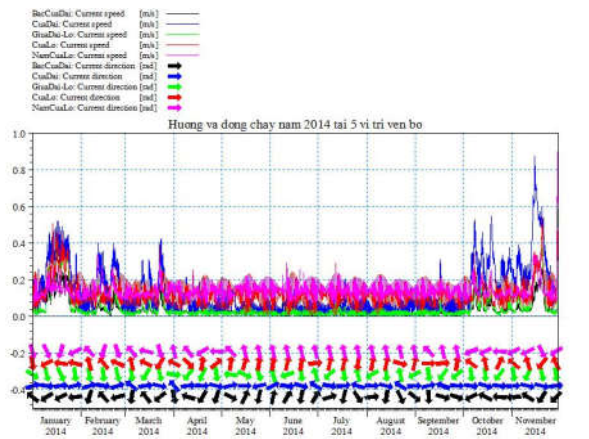
Tại phía bắc cửa Lở (hình 4- MC5, MC6). Hiện tượng xói/bồi thể hiện tương tự như tại cửa Đại, song hiện tượng xói bắt đầu từ cao trình đáy -2m vào bờ đến 3-4 m và bồi từ cao trình đáy -2m đến -5m. Dải xói/bồi vào khoảng 200 và 400 m với biên độ xói từ 1-2m và bồi khoảng 1m. So sánh với các kết quả tính toán về bồi/xói có thể thấy xu hướng biến động đáy khá phù hợp, sự sai khác về giá trị đo đạc có thể lên đến 50 % là do những nguyên nhân khách quan vì sự thiếu hụt số liệu khi đưa vào tính toán. Tuy vậy những kết quả cho thấy mô hình tính toán xói/bồi có khả năng tái hiện được bức tranh thay đổi địa hình cho khu

vực nghiên cứu, phục vụ cho việc tính toán dự báo những biến động địa hình cho các kịch bản tính toán khác được trình bày dưới đây.

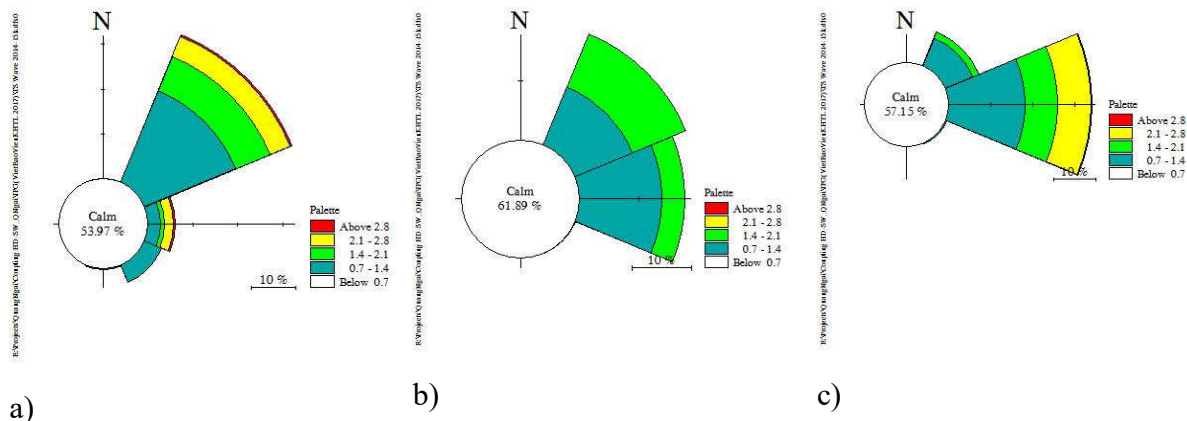
2.3.2. Kết quả tính toán thủy động lực năm.

Phần mềm Mike 21 FM Coupled đã được sử dụng tính toán chế độ thủy động lực (thủy triều, sóng, dòng chảy sông) cho cả năm 2014. Kết quả tính toán sóng và dòng chảy tổng hợp liên tục trong một năm (2014) tại 5 vị trí (hình 2): Bắc cửa Đại, Cửa Đại, giữa cửa Đại và cửa Lở, cửa Lở và Nam cửa Lở được thể hiện trên hình 5 và hoa sóng tại 3 vị trí (Ngoài khơi, cửa Đại, cửa Lở) được thể hiện trên hình 6. Kết quả cho thấy dòng chảy tổng hợp tại cửa Đại có hướng chủ yếu chảy theo hướng ra biển về mùa lũ, giá trị có thể đạt 1 m/s. Dòng chảy về mùa khô chỉ đạt khoảng 0,2 m/s. Đối với cửa Lở giá trị dòng chảy cũng dao động từ 0,8m/s đến 0,15 m/s và có hướng chủ yếu Nam Bắc về mùa khô và

hướng vào cửa sông trong mùa mưa trừ những lúc có lũ mạnh. Các kết quả cho thấy trong năm sóng tại cửa Đại chủ yếu có hướng Đông Bắc và Đông, tại cửa Lở sóng chủ yếu hướng Đông.



Hình 5: Tốc độ dòng chảy tổng hợp và hướng tại 5 vị trí từ Bắc cửa Đại đến Nam cửa Lở.



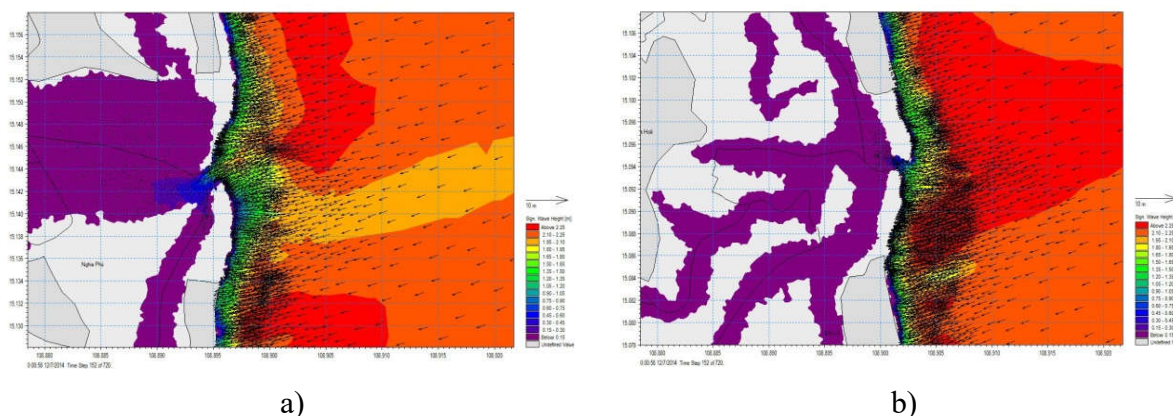
Hình 6: Hoa sóng năm 2014 tại 3 vị trí a- ngoài khơi; b- cửa Đại; c- cửa Lở.

Để thấy rõ hơn tác động của sóng tới cửa Đại và cửa Lở, hình 7 minh họa chiều cao và hướng sóng tại cửa Đại và cửa Lở vào thời điểm triều cường. Hình 7a cho thấy sóng hội tụ tại khu vực ngay dải cát chắn cửa Đại và mũi cát phía Nam cửa Đại cả trong thời kỳ triều cường và triều kém. Điều này là lý do chính cho việc gây xói lở và biến động mạnh địa hình tại cửa Đại vào mùa gió Đông Bắc. Đối với khu vực cửa Lở (hình 7b), phía bắc và phía Nam tồn tại hai vùng

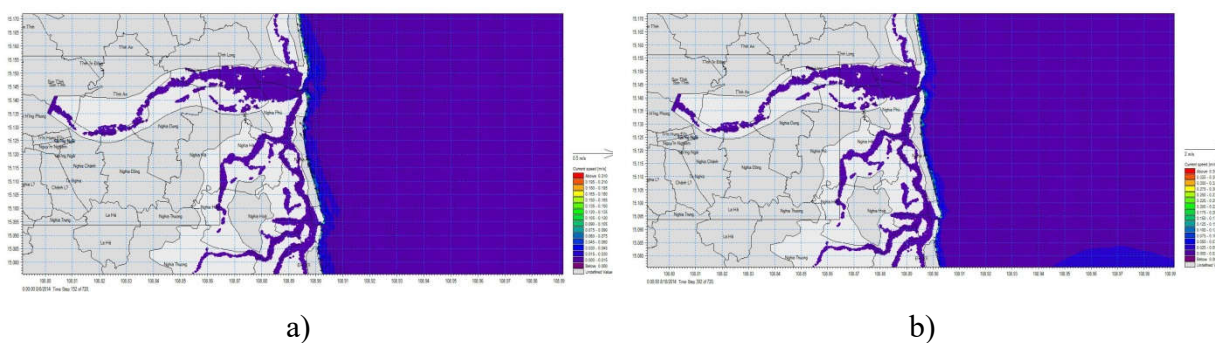
hội tụ sóng ngay hai mép cửa. Đây là những lý do sẽ gây nên sự biến động mạnh tại cửa Lở vào mùa gió Đông Bắc. Vì những đặc điểm trên nên khu vực cửa Đại và cửa Lở sẽ có chế độ dòng chảy do sóng mạnh ven bờ như hình 8 và hình 9 đã thể hiện trường dòng chảy do sóng và phạm vi dải sóng vỡ khu vực cửa Đại và cửa Lở. Kết quả cho thấy dòng chảy sóng tại cửa Đại có thể đạt 0,8 m/s -1,0 m/s và cửa Lở có thể đạt 0,7 m/s -0,9 m/s. Phạm vi dải sóng vỡ (hình 9) thay

đổi theo địa hình ven bờ và có chiều rộng khoảng từ 100 m -700 m. Đây là những khu vực

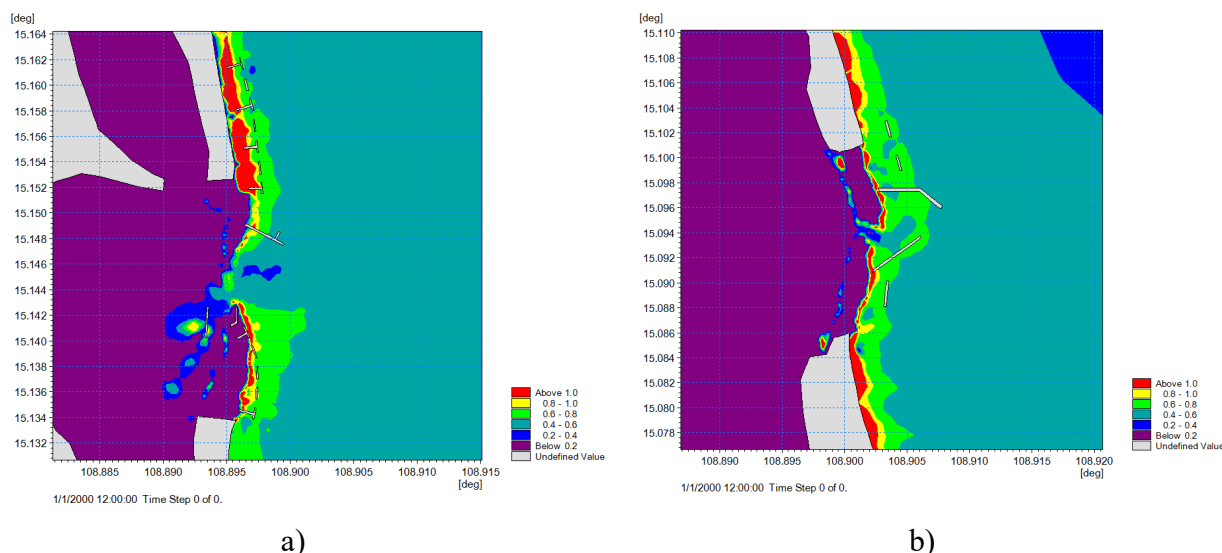
nhạy cảm với các quá trình bồi lấp và xói lở.



Hình 7: Trường sóng mùa gió Đông Bắc vào kỳ triều cường a) cửa Đại cường; b) cửa Lở.



Hình 8: Trường dòng chảy do sóng thời kỳ: a) triều cường; b) triều kiệt mùa gió Đông Bắc khu vực cửa Đại và cửa Lở



Hình 9: Phạm vi dài sóng vỡ (chỉ số gamma phi thứ nguyên) tại khu vực a)- Cửa Đại và b)- Cửa Lở trong điều kiện sóng trực diện hướng E, tần suất 1%

2.3.3. Kết quả tính toán bồi/xói và vận chuyển bùn cát.

2.3.3.1. Vận chuyển bùn cát dọc bờ.

Kết quả tính toán vận chuyển cát dọc bờ (mô hình Litpack) được trình bày trong ([3]) cho thấy: trên đoạn bờ từ cửa sông Trà Khúc đến cửa sông Vệ, dưới tác động của dòng chảy do sóng, cát chủ yếu được vận chuyển theo hướng từ Bắc xuống Nam, đoạn bờ biển nằm giữa cửa Lũy và cửa Lở có lượng vận chuyển cát lớn nhất.

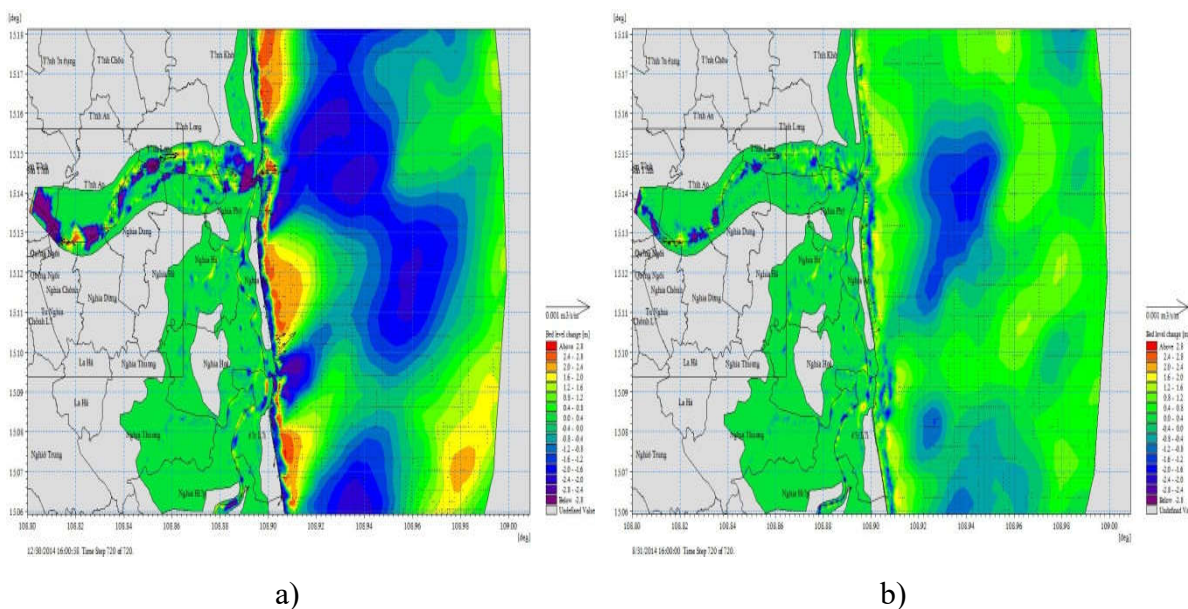
- Đoạn bờ biển phía Bắc cửa Trà Khúc: lượng vận chuyển cát dọc bờ tổng cộng trung bình năm khoảng 0,45 triệu m³/năm.

- Đoạn bờ biển giữa cửa Trà Khúc và cửa sông Vệ: lượng vận chuyển cát dọc bờ tổng cộng trung bình năm khoảng 0,94 triệu m³/năm

- Đoạn bờ biển phía Nam cửa sông Vệ: lượng vận chuyển cát dọc bờ tổng cộng trung bình năm khoảng 0,44 triệu m³/năm.

2.3.3.2. Bồi xói theo mùa.

Sự thay đổi lớp đáy (bồi/xói) trong một tháng thời kỳ mùa gió đông bắc và tây nam khu vực cửa Đại và cửa Lở được thể hiện trên hình 10.



Hình 10: Sự thay đổi lớp đáy trầm tích (m) và tổng sức tải cát trong 1 tháng thời kỳ: a - gió mùa Đông bắc và b - gió mùa Đông Nam tại cửa Đại và cửa Lở.

Kết quả cho thấy rõ vào mùa gió đông bắc khu vực cửa Đại có những chỗ bồi, xói xen kẽ lẫn nhau hình 10a). Ngay sát phía Bắc và phía Nam cửa vào mùa gió đông bắc là 2 bãi bồi với độ dày khoảng 0,9m và ngay sau đó là 2 bãi bị xói vào khoảng từ 0,7- 0,8 m trong một tháng và ngay tại cửa có bãi bồi hình thành khoảng 1-2 m. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự tác động của trường dòng chảy tổng p do triều, và sóng (hình 8). Do đó có thể thấy rõ vào mùa

gió đông bắc, nếu dòng chảy sông không đủ mạnh thì sẽ dẫn đến sự bồi lấp ngay tại cửa Đại. Hướng của tổng sức tải cát cho thấy về mùa Đông, bùn cát được vận chuyển từ Bắc xuống Nam. Đối với cửa Lở, khả năng bồi lấp cửa cũng khá lớn và xen kẽ nhau do tác động của dòng chảy tổng hợp mà các yếu tố động lực biển đóng và trò chủ đạo. Các kết quả cũng cho thấy tồn tại một dải sát bờ kéo dài từ phía nam cửa Đại đến phía bắc cửa Lở và phía nam cửa Lở bị

bồi với độ dày hàng mét và ngay trước cửa Lở có hiện tượng xói bào mòn với độ sâu từ 1-2 m.

Về mùa khô (hình 10b), hiện tượng bồi nhẹ khoảng 0,5m tại ngay trước cửa Đại và cửa Lở xuất hiện. Xen kẽ là dải bồi, xói, bồi từ bờ ra ngoài khơi. Các kết quả tính toán cho thấy tổng lượng bùn cát có hướng Bắc – Nam và trong cả năm đạt giá trị khoảng 700-800 m³/năm.

3. KẾT LUẬN

Qua các các kết quả tính toán và phân tích cho thấy:

- + Sóng vào mùa gió Đông bắc có vai trò quan trọng trong việc chi phối các quá trình động lực vùng cửa Đại và cửa Lở. Dòng chảy sóng có thể đạt hơn 1m/s và khu vực tồn tại dòng chảy sóng khá lớn, đặc biệt tại vùng cửa Đại và cửa Lở.
- + Vào mùa gió Tây Nam, sóng với chiều cao khoảng 1 m từ ngoài khơi và lan truyền vào khu

vực 2 cửa chỉ còn lại chiều cao khoảng 0,5-0,7 m và ít có sự ảnh hưởng đến sự ổn định cửa sông như vào thời kỳ gió mùa Đông bắc. Vào thời kỳ này dải dòng chảy do sóng cũng hẹp và độ lớn chỉ khoảng 0,3m/s.

+ Dòng bùn cát mùa gió Đông bắc có vai trò quan trọng trong việc chi phối diễn biến bồi, xói vùng cửa Đại và cửa Lở. Về cả 2 mùa khi dòng chảy sông không đủ mạnh, việc bồi lấp cả hai cửa sẽ xuất hiện và đặc biệt là về mùa gió Đông bắc nếu không có lũ lớn xuất hiện.

+ Vào mùa gió Tây Nam, dòng chảy yếu và ít có sự ảnh hưởng đến sự ổn định cửa sông như vào thời kỳ gió mùa Đông bắc. Vào thời kỳ này dải dòng chảy do sóng cũng hẹp và độ lớn chỉ khoảng 0,3m/s nên sự bồi lấp hai cửa diễn ra mạnh mẽ.

+ Về mùa lũ, dòng chảy sông đóng vai trò quyết định đến sự mở rộng cửa Đại và cửa Lở.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Văn Ngọc, Trương Văn Bốn, 2018. Nghiên cứu, đánh giá khả năng ngập lụt vùng cửa sông ven biển tỉnh Quảng Ngãi do siêu bão. Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, tập 60, số 3, tháng 3/2018.
- [2] Vũ Văn Ngọc, Trương Văn Bốn, 2017. Sử dụng số liệu toàn cầu Wave Watch III trong mô phỏng mô hình toán và áp dụng thử nghiệm cho khu vực biển thuộc tỉnh Quảng Ngãi. Tuyển tập Khoa học công nghệ năm 2017. Viện KHTL Việt Nam. ISBN: 978-604-59-9285-2;
- [3] Vũ Đình Cương, Trương Văn Bốn, 2017. Ứng dụng mô hình Litpack nghiên cứu vận chuyển cát dọc bờ và biến động đường bờ biển tỉnh Quảng Ngãi. Tuyển tập Khoa học công nghệ năm 2017. Viện KHTL Việt Nam. ISBN: 978-604-59-9285-2;
- [4] Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, 2016. Một số kết quả nghiên cứu tính toán chế độ động lực vùng cửa sông Trà Khúc và sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi. Tuyển tập KHCN năm 2016 của Viện KHTL;
- [5] Trương Văn Bốn, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Vũ Văn Ngọc, 2016. Nghiên cứu dự báo nguy cơ ngập lụt vùng ven biển Việt Nam khi xảy học và công nghệ thủy lợi, số 33, ISSN, ...
- [6] Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, 2015. Morphological changes gate Dai - Tra Khuc river

- quang ngai province after the typhoons no 11 and no 12, 2013. Vietnam-Japan Workshop on Estuaries, Coasts and Rivers 2015, ISBN: 978-604-82-1531-6;
- [7] Doãn Tiến Hà, 2016. Báo cáo kết quả khảo sát địa hình, thủy hải văn 2 năm 2015 , 2016 cửa Đại, cửa Lở tỉnh Quảng Ngãi. Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài độc lập cấp Quốc gia mã số 03/15-ĐTĐL.CN-XHTN 2015-2018 “Nghiên cứu cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp quy hoạch và chỉnh trị nhằm ổn định các cửa sông Trà Khúc và sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi”;
- [8] Lê Văn Nghị, 2014. Báo cáo tổng hợp dự án “Xác định nguyên nhân gây sạt lở, bồi lấp và giải pháp chỉnh trị các cửa sông khu vực cửa Đại sông Trà Khúc”;
- [9] Hướng dẫn sử dụng phần mềm Mike 21 FM (Đan Mạch), 2014;
- [10] Trần Thanh Tùng, 2006. Phân tích diễn biến hình thái cửa sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường. Số 14 (8/2006).