Analysis on the dynamic parameters influencing the morphology of Da Rang river mouth

Pham Thu Huong[1] and Vu Thanh Ca[2]

Abstract: This paper presents results of the computation of dynamic parameters influencing the morpgology change at Da Rang River Mouth, Phu Yen, Vietnam. The results of the computation of the regime of upstream flow discharge, sediment transport, wind, waves and tide are necessary parameters for the computation and prediction of the morphological changes at the river mouth and adjacent beaches. The results of the numerical prediction of the morpholological changes at the river mouth and adjacent beaches under the conditions of with and without coastal and estuarine structures using these parameters will be used for the design of the structures.

Phân tích một số đặc trưng động lực ảnh hưởng đến diễn biến hình thái cửa sông Đà Rằng, tỉnh Phú Yên

Phạm Thu Hương[1], Vũ Thanh Ca[2]

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả tính toán xác định một số đặc trưng thuỷ động lực ảnh hưởng đến diễn biến hình thái cửa sông Đà Rằng, tỉnh Phú Yên. Các kết quả tính toán các đặc trưng chế độ lưu lượng nước, lượng vận chuyển bùn cát từ thượng nguồn, gió, sóng, thuỷ triều là những thông số đầu vào và các điều kiện biên cần thiết trong việc giải bài toán xác định sự biến đổi của hình thái vùng cửa sông và bờ biển tại theo phương pháp mô hình toán. Các kết quả tính toán dự báo diễn biến hình thái cửa sông và ven biển trong các điều kiện có và không có công trình có sử dụng các thông số này sẽ được dùng để thiết kế các công trình chỉnh trị vùng cửa sông và ven biển.

1. Mở đầu

Dải ven biển Trung Bộ kéo dài trên 1000 km, là nơi tập trung dân cư và nhiều khu kinh tế ven biển quan trọng khác. Trong những năm gần đây, tình hình biến động hình thái dải ven biển tại khu vực trên đang diễn ra theo chiều hướng bất lợi như lũ lớn, cửa sông di động, bồi lắng và xói lở, gây ra những thiệt hại nặng nề. Đặc biệt vào mùa cạn, các cửa sông bị bồi lấp làm ách tắc giao thông thủy, ngăn trở tàu thuyền ra vào, gây ảnh hưởng không tốt tới các hoạt động đánh bắt hải sản. Ngoài ra, sự bồi lấp cửa sông còn hạn chế dòng chảy vào mùa lũ, tăng cường lũ lụt làm gián đoạn các hoạt động kinh tế, thiệt hại mùa màng, nuôi trồng thủy sản, đánh bắt cá. Tại những khu vực bị xói lở, dân cư phải di dời đến nơi khác để sinh sống.

Khu vực cửa sông là nơi chịu ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố động lực và thuỷ thạch động lực biển và sông nên biến động mạnh mẽ nhất. Các yếu tố động lực và thuỷ thạch động lực có ảnh hưởng quyết định tới hình thái vùng cửa sông là dòng chảy và lượng bùn cát từ thượng nguồn sông cũng như sóng, dòng ven, dòng triều từ biển vào. Các quá trình động lực biển như sóng, dòng ven và dòng triều sẽ gây ra quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ và ngang bờ, cũng như nạo vét lòng sông. Do đó, việc nghiên cứu các yếu tố động lực sông biển tại khu vực cửa sông có ý nghĩa quyết định đối với độ chính xác của việc dự đoán biến động hình thái tại đây và dải ven biển lân cận, là tài liệu khoa học đóng góp cho

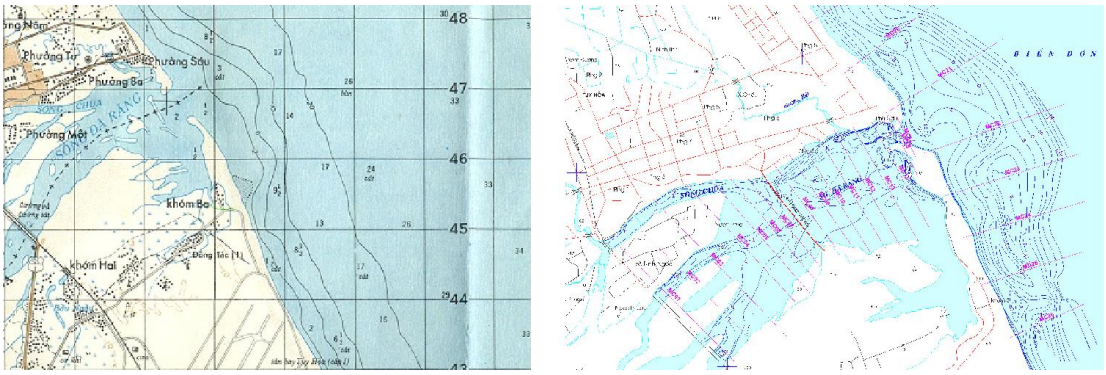
[1] Faculty of Marine and Coastal Engineering, Water Resources University; E-mail: huong.p.t@wru.edu.vn
[2] Marine Management Institute, Vietnam Administration for Sea and Islands, Ministry of Natural Resources and Environment; Email: vuca@vkttv.edu.vn

công tác quy hoạch và chỉnh trị vùng cửa sông và ven biển, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra.

2. Khái quát về khu vực nghiên cứu

Phú Yên là tỉnh duyên hải Nam Trung bộ, phía bắc giáp tỉnh Bình Định, nam giáp tỉnh Khánh Hoà, tây giáp tỉnh Đắc Lắc & Gia Lai, đông giáp Biển Đông. Diện tích tự nhiên: 5.045km^2. Địa hình ở đây thấp dần từ tây sang đông với 3 dạng địa hình chính là núi, trung du, đồng bằng và vùng ven biển.

Cửa sông Đà Rằng nằm trên địa phận thị xã Tuy Hòa – tỉnh Phú Yên và là cửa sông chính của hệ thống sông Ba – một trong những hệ thống sông lớn nhất vùng Nam Trung bộ với diện tích lưu vực là 13.900 km^2. Dòng chính sông Ba dài khoảng 380 km, được bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô cao 1240 m và chảy qua 4 tỉnh Gia Rai, Đắc Lắc, Kon Tum và Phú Yên. Ở phần thượng nguồn, lòng sông hẹp, nhưng bắt đầu từ trạm thủy văn Củng Sơn – cách cửa sông Đà Rằng khoảng 40 km, lòng sông được mở rộng và được gọi bằng cái tên địa phương là sông Đà Rằng. Lòng sông Đà Rằng hàng năm luôn bị biến động (bồi - xói) và tồn tại nhiều bãi bồi giữa sông. Đặc biệt, địa hình vùng cửa sông ven biển luôn bị biến động sau mỗi mùa bão lũ, gây ảnh hưởng lớn đến giao thông thủy, thoát lũ và phát triển kinh tế. So sánh hai bản đồ địa hình vùng cửa sông Đà Rằng năm 1997 và năm 2008 (hình 1), có thể thấy khu vực cửa sông được mở rộng, nhưng bãi phía trước cửa sông trở nên nông hơn, cửa sông ngày càng thu hẹp lại.



a) Năm 1997 b) Năm 2008

Hình 1. Địa hình vùng cửa sông Đà Rằng

Khu vực lưu vực sông Đà Rằng có lượng mưa trung bình năm 2.180 mm, số giờ nắng bình quân năm 2.400 giờ, độ ẩm trung bình 79%. Thời tiết có 2 mùa rõ rệt: Mùa khô từ tháng I đến tháng VIII, mùa mưa từ tháng IX đến tháng XII tập trung từ 70-80% lượng mưa cả năm. Nguyên nhân gây ra mưa lớn ở khu vực ven biển miền Trung phần lớn là do bão, áp thấp nhiệt đới (hoặc đơn độc hoạt động hoặc kết hợp với không khí lạnh) gây nên. Một số trận mưa lũ gây ra do hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới. Mưa thường có cường độ rất lớn vì bão hoặc áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào đất liền gặp dãy Trường Sơn án ngũ gây mưa lớn phía Đông (đặc biệt là khi có sự phối hợp của không khí lạnh).

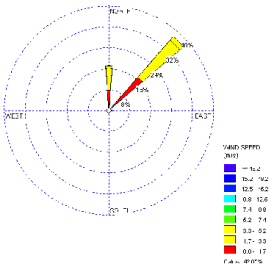
3. Một số nhân tố động lực ảnh hưởng đến diễn biến cửa sông Đà Rằng

Đặc trưng hình thái của một cửa biển được xem là hàm của các yếu tố tác động bao gồm chế độ thủy động lực học và thuỷ thạch động lực học ở vùng ven bờ và khu vực cửa sông. Chúng được đặc trưng bởi: chế độ dòng chảy từ thượng nguồn, lượng và tính chất địa chất

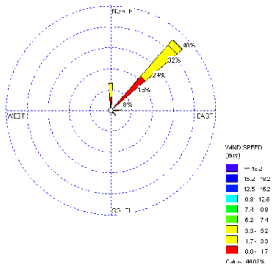
của phù sa do sông tải ra biển qua cửa, biên độ và chu kỳ triều, thể tích lăng trụ triều, năng lượng sóng, dòng ven bờ do ảnh hưởng đồng thời của sóng và gió.

3.1. Các đặc trưng khí tượng, thủy văn tại lưu vực và khu vực cửa sông Đà Rằng

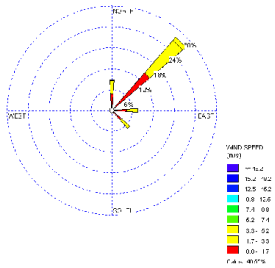
Hàng năm, vùng cửa sông Đà Rằng nằm ở phía đông dãy Trường Sơn, chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa gồm hai mùa gió chính trong năm: gió mùa đông và gió mùa hạ. Về mùa đông, gió mùa đông vấp phải chướng ngại núi đã gây ra mưa rất nhiều trên vùng thấp ven biển và sườn Đông Trường Sơn. Theo số liệu gió thống kê tại trạm Tuy Hòa từ 1988 đến 2007, vào thời kỳ đầu mùa đông, là thời kỳ có những xoáy thấp và những cơn bão muộn hoạt động ở các vĩ độ thấp thuộc khu vực Biển Đông, gió hướng Đông Bắc chiếm ưu thế với tần suất khoảng 40%; tốc độ gió từ 2 đến 3 m/s chiếm trên dưới 10%. Vào mùa hè, tại trạm Tuy Hòa, gió hướng Tây và Tây Nam chiếm ưu thế với tần suất tổng cộng khoảng 43%, tần suất lặng gió lên tới 27% (hình 2). Vào mùa chuyển tiếp từ hè sang đông (tháng VIII và IX), hướng gió phân tán, trong đó hướng Tây có tần suất trội hơn. Trong các đặc trưng khí hậu, gió là thông số quan trọng nhất gây xói bờ và biến dạng bờ biển. Gió có thể tác động trực tiếp như tạo thành các đụn cát, mài mòn và phá hủy đường bờ. Ngoài ra, gió còn là nhân tố động lực quan trọng nhất tạo sóng và dòng chảy ven bờ gây xói lở, phá hoại đường bờ. Vì vậy, gió là một trong những yếu tố động lực quan trọng nhất, cần phải được chú ý đến khi nghiên cứu chế độ thuỷ động lực vùng ven biển.



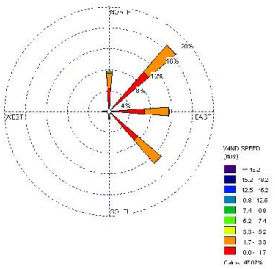
Tháng 1



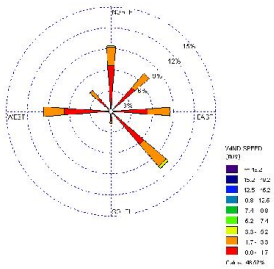
Tháng 2



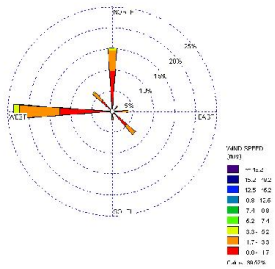
Tháng 3



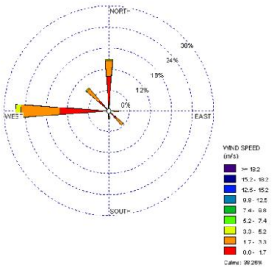
Tháng 4



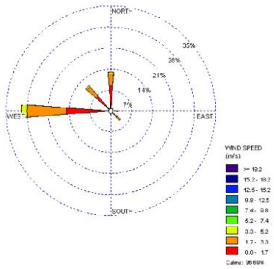
Tháng 5



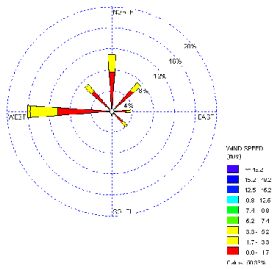
Tháng 6



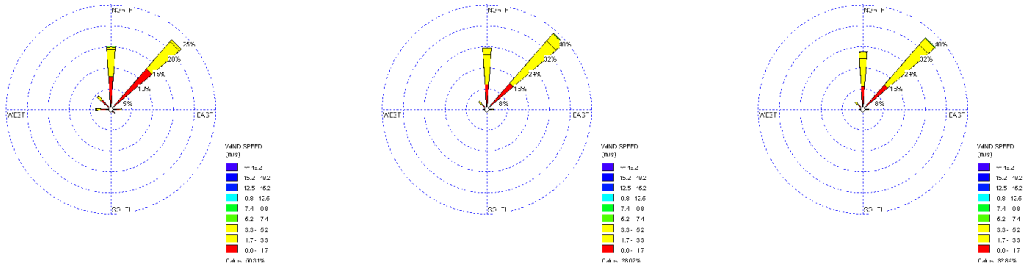
Tháng 7



Tháng 8



Tháng 9



Tháng 10 Tháng 11 Tháng 12

Hình 2. Hoa gió tại trạm Tuy Hòa (Phú Yên)

Nói chung, mưa có cường độ khá lớn tại khu vực ven biển miền Trung do bão hoặc áp thấp nhiệt đới khi đổ bộ vào đất liền gặp dãy Trường Sơn che chắn. Mưa lớn trên các lưu vực tương đối nhỏ và dốc gây ra lũ lớn. Tổng lượng dòng chảy trong năm chủ yếu tập trung vào 3 tháng mùa lũ (tháng X đến XII). Các sông miền Trung có độ dốc lớn, sông ngắn, mưa lại có cường độ lớn nên lũ lên nhanh. Các sông miền Trung thường có thể được chia ra thành 2 đoạn thượng lưu và hạ lưu rõ rệt. Đoạn thượng lưu độ dốc thường rất lớn, lũng sông hẹp nên lũ lên rất nhanh và mang nhiều đặc tính của lũ quét. Đoạn hạ du có độ dốc nhỏ, lũng sông rộng, cửa sông thường thoát lũ kém nên mang nhiều đặc tính của lũ đồng bằng. Khu vực cửa sông Đà Rằng bị các dải cát chắn ngang làm cho việc tiêu thoát nước rất khó khăn. Đặc trưng lưu lượng sông Đà Rằng thay đổi theo thời gian từng tháng, từng mùa và phụ thuộc hoàn toàn vào chế độ mưa lũ. Vào mùa mưa lưu lượng biến đổi phức tạp, có khi lên tới 2100 m^3/giây (1981) có khả năng gây úng, lũ, lụt và làm ngọt hoá lưu vực. Đặc trưng lưu lượng tại trạm Củng Sơn như sau:

Lưu lượng trung bình mùa kiệt: 91 m^3/s

Lưu lượng trung bình mùa lũ: 458 m^3/s

Lưu lượng trung bình năm: 275 m^3/s

3.2. Chế độ vận chuyển bùn cát và các đặc trưng hình thái sông

Lượng bùn cát vận chuyển trong sông phụ thuộc mạnh vào chế độ dòng chảy của sông. Vào mùa kiệt lượng bùn cát trong sông nhỏ. Trên triền sông Ba, tại tuyến đo Củng Sơn, cách cửa sông Đà Rằng khoảng 50km, độ đục bình quân năm chỉ vào khoảng 250g/m^3. Nhưng vào 3 tháng mùa lũ, cùng với lưu lượng nước lũ, dòng bùn cát được vận chuyển từ thượng nguồn về cũng rất lớn (độ đục lớn nhất đo được vào ngày 19/11/1987 trên sông Ba là 1500g/m^3).

Do đặc điểm lượng nước chỉ tập trung vào 3 tháng mùa lũ, độ dốc lưu vực và lòng sông lớn nên tốc độ dòng chảy trong sông rất cao làm cho bờ sông bị xói lở nghiêm trọng. Nhiều đoạn sông bị xói lở mạnh nhất là sau mỗi trận lũ. Chiều dài các đoạn sạt lở có thể đạt tới 200m – 1000m. Tốc độ sạt lở từ 5m – 40m/năm. Lưu lượng lớn sẽ phá doi cát phía cửa sông tại vị trí thích hợp và tạo lòng của luồng vào cảng đủ sâu. Một lượng bùn cát rất lớn cũng sẽ được vận chuyển ra ngoài biển, lượng bùn cát này sẽ được sóng và dòng chảy vận chuyển dọc bờ để bồi đắp cho các bãi biển lân cận.

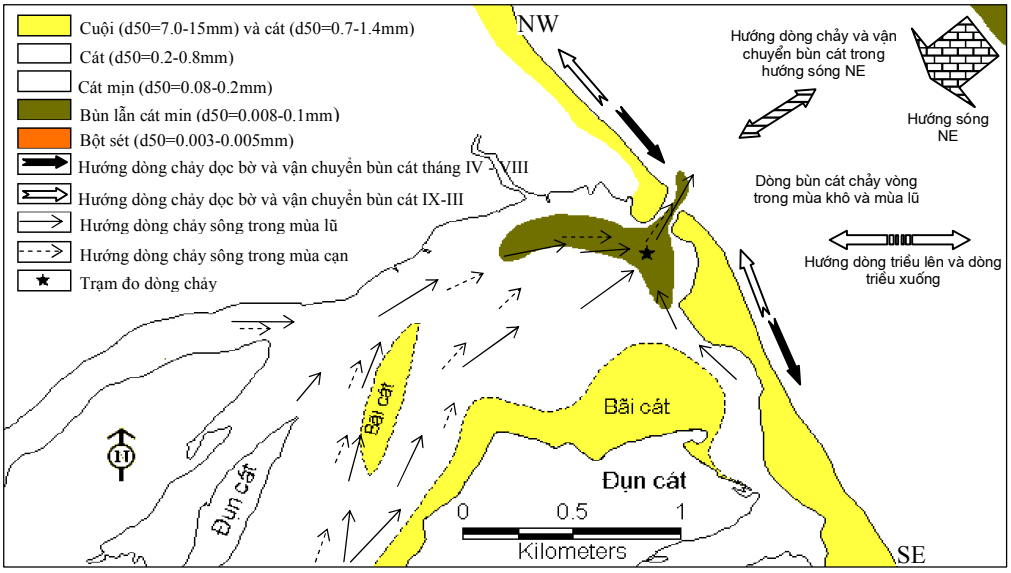
Đặc trưng hình thái cửa sông Đà Rằng là dạng lagoon với cửa thông ra biển hẹp và có một diện tích chứa nước lớn phía trong với nhiều nhánh sông đổ ra. Hiện tại, cửa sông Đà Rằng

có 2 nhánh sông chính hợp vào trước khi đổ ra biển là sông Chùa nằm ở bờ trái với độ rộng khoảng 140m, sâu trung bình 2,5m và sông chính Đà Rằng nằm ở phía phải với độ rộng khoảng 500m, độ sâu trung bình khoảng 2,0m. Cửa Đà Rằng được bảo vệ bởi bờ cát phía trái cao khoảng 3m và bờ cát phía phải cao khoảng 3 - 4m. Do nằm ở khu vực biển thoáng, khu vực cửa sông và ven biển Đà Rằng là đối tượng bị tác động mạnh của gió mùa và bão, ngoài ra còn bị ảnh hưởng của lũ trong sông nên hình thái của cửa sông luôn bị biến đổi (Nguyễn Bá Uân, 2002). Trong những trận bão, lũ lớn, cửa sông có thể biến đổi từng giờ. Ngoài ra, hình thái cửa sông còn biến đổi theo tháng theo sự biến đổi của gió mùa và biến đổi theo năm phụ thuộc vào sự biến đổi của khí hậu toàn cầu. Những kết quả điều tra khảo sát gần đây do Viện Địa lý thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam và Trường Đại học Thuỷ lợi cho thấy lòng sông phía trong cửa sông đang bị biến đổi mạnh. Nhìn chung, lòng sông được mở rộng và nông hơn. Những bãi cát nổi phía trong cửa sông được di chuyển ra phía gần cửa sông dạng đảo cát trôi. Kết quả tính toán khả năng thoát lũ của cửa sông Đà Rằng bằng việc so sánh sự thay đổi mực nước lũ của hai thời kỳ khác nhau khi có cùng lưu lượng lũ cũng đã cho thấy rằng, trong vòng 20 năm, từ năm 1980 đến năm 2000, lòng sông đã được nâng lên khoảng 2,5m. Nguyên nhân có thể là do lượng bùn cát đổ về vùng cửa sông gây bồi lắng trong những năm gần đây tăng lên.

Kết quả điều tra nghiên cứu khảo sát cho thấy, đường kính cấp hạt (d_{50}) của tất cả các mẫu trầm tích trong khu vực nghiên cứu biến đổi từ 0,003 - 1,4 mm, ngoại trừ có một số ít cuội sỏi với đường kính cấp hạt biến đổi từ 7,0 - 15,0 mm. Thành phần trầm tích chủ yếu là cát thạch anh, fensfat, grannit và phù sa sông được bào mòn từ bề mặt phong hoá của lưu vực và được đưa ra vùng cửa sông bởi dòng chảy lũ. Hầu hết các trầm tích hạt thô có màu trắng, vàng - trắng và xám nhạt, còn những trầm tích hạt mịn có màu xám xanh và vàng xám. Nhìn chung độ chọn lọc của các trầm tích hạt thô và trung khá tốt, biến đổi từ 1,1 ÷ 1,6. Tuy nhiên độ chọn lọc của các trầm tích hạt mịn kém hơn, biến đổi từ 2,2 ÷ 3,5. Sự phân bố của trầm tích luôn biến đổi phụ thuộc vào sự thay đổi mùa trong năm. Các trầm tích hạt thô thường được phân bố trên mặt của các bãi cát nổi, các dải cát trước cửa sông và trong vùng sóng vỡ. Các trầm tích hạt mịn với tỷ lệ bùn và bột sét cao thường được tìm thấy ở những vùng nước sâu trước cửa sông ở đường đẳng sâu lớn hơn 15,0 m và ở những lòng dẫn chính với độ sâu khoảng 4,0 m.

Bảng 2. Đường kính trung bình cấp hạt (d_{50}) và độ chọn lọc (S_o)
của trầm tích vùng ven biển cửa sông Đà Rằng

Loại trầm tích	**D_{50} (mm)**	**S_o**
Cuội	7,0 – 15,0	–
Cát thô	0,7 – 1,4	1,1 – 1,6
Cát trung bình	0,2 – 0,8	1,2 – 1,4
Cát mịn	0,08 – 0,2	1,3 – 1,6
Bùn lẫn cát	0,008 – 0,1	2,2 – 2,7
Bột sét	0,003 – 0,005	2,3 – 3,5



Hình 3. Sơ đồ phân bố trầm tích, phân bố dòng chảy và hướng vận chuyển bùn cát cửa sông Đà Rằng

Lượng bùn cát trong sông đổ ra khá lớn vào mùa lũ (chiếm khoảng 25% ÷ 30% tổng lượng bùn cát bồi lấp khu vực trước cửa sông) dưới tác động tổng hợp của sóng, dòng ven và dòng chảy từ thượng nguồn qua cửa sông đã tạo thành các dải cát, doi cát chắn trước khu vực cửa sông. Sau đó các yếu tố động lực sông biển, đặc biệt là tác động tổng hợp của dòng sông, dòng triều, dòng ven bờ và sóng đã bào mòn các dải cát, doi cát này và đưa cửa sông trở lại trạng thái ban đầu.

3.3. Thuỷ triều

Thuỷ triều tại khu vực này thuộc chế độ nhật triều không đều. Hàng tháng có từ 18 đến 22 ngày nhật triều. Thời kỳ triều cường thường xuất hiện nhật triều, khi triều kém thường xuất hiện bán nhật triều. Biên độ triều trung bình là 1.50 ± 0.20 m. Khi triều cường, độ cao mực nước là 1.70 m, khi triều kém độ cao triều là 0.50 m. Thời gian triều dâng thường kéo dài hơn thời gian triều rút. Vận tốc dòng triều không lớn, vào khoảng 20 ÷ 30 cm/giây. Vào mùa mưa thuỷ triều chỉ gây ảnh hưởng tối đa đến khoảng 4 km trong sông. Vào mùa khô, lưu lượng dòng chảy nhỏ, triều truyền xa hơn.

3.4. Sóng

Tại khu vực tỉnh Phú Yên không có số liệu đo đạc về sóng nên không thể dùng số liệu đo đạc về sóng để tính chế độ sóng ở đây. Trạm đo sóng gần nhất ở Đảo Phú Quý, khá xa Phú Yên và đặc điểm trường sóng tại Phú Quý tương đối khác với đặc điểm trường sóng tại Phú Yên. Một số kết quả nghiên cứu về sóng tại khu vực Miền Trung khác (Nagai và nnk, 1998, Trung tâm Khí tượng Thuỷ văn Biển, 2000) cũng ở khá xa khu vực nghiên cứu. Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã phải sử dụng số liệu gió đo đạc để tính toán phục hồi nhằm xác định các điều kiện sóng cực trị trong bão và các điều kiện sóng thông thường. Thông thường, độ dài của chuỗi số liệu đo đạc dùng để xác định các điều kiện sóng nước sâu phục vụ cho thiết kế công trình biển cần dựa trên yêu cầu ổn định của công trình, các chức năng và đặc điểm của công trình. Trong trường hợp của nghiên cứu này, đã sử dụng chuỗi số liệu bão có độ dài 57 năm (1951-2007) và chuỗi số liệu quan trắc gió tại các trạm Tuy Hoà có chiều dài 20 năm (1988-2007). Đã xác định các thông số sóng nước

sâu cho tất cả 8 hướng sóng tới, tuy nhiên, bỏ qua những hướng sóng tới từ bờ (tây, tây bắc, tây nam). Hướng sóng tới ở đây được hiểu là hướng sóng tới chính của sóng ngẫu nhiên, tức là hướng sóng tới với các sóng thành phần có năng lượng lớn nhất. Số liệu gió được sử dụng để tính sóng là số liệu gió đo đạc 20 năm (từ năm 1988 đến năm 2007) tại trạm Tuy Hòa. Với các đặc trưng chế độ sóng nước sâu tính toán được, đã sử dụng mô hình cân bằng năng lượng sóng có tính đến hiệu ứng nhiễu xạ (mô hình Ebaldif, Mase và nnk, 2001) để tính toán trường sóng ven bờ theo các hướng sóng khác nhau.

Khi tính sóng phục vụ tính toán vận chuyển bùn cát ven bờ và thay đổi địa hình đáy biển, cần phải tính đến tất cả các sóng trong các điều kiện khác nhau. Tuy nhiên, việc tính tới tất cả các điều kiện sóng đòi hỏi thời gian tính toán rất dài. Ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Bình Thuận đều có các bờ biển tự nhiên và bãi cát. Với vùng bờ dạng này sóng phải lớn hơn khoảng 0,5m mới có thể gây vận chuyển cát và biến đổi địa hình đáy một cách đáng kể (Goda, 1985, Goda và nnk, 1978, USACE, 2001). Bởi vậy, tất cả các sóng có độ cao nhỏ hơn 0,5m khi tính toán có thể bỏ qua mà không gây ra sai số đáng kể. Để đánh giá lượng vận chuyển bùn cát do sóng gây ra hàng năm dọc theo bờ biển, cần phải tính tất cả các ảnh hưởng của tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m. Theo các kết quả nghiên cứu thực nghiệm từ trước tới nay trên thế giới thấy rằng lượng bùn cát vận chuyển dọc bờ tỷ lệ thuận với dòng vận chuyển năng lượng sóng dọc bờ. Vì vậy, để tiết kiệm thời gian tính toán, thay vì tính đến tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 1m theo một hướng nào đó, có thể dùng một sóng có năng lượng bằng năng lượng trung bình của tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m với thời gian tác dụng của sóng này bằng tổng thời gian tác dụng của tất cả các sóng có độ cao lớn hơn 0,5m. Điều đó có nghĩa là đối với mỗi hướng sóng, ta có một độ cao sóng có năng lượng tương đương $\overline{H_k}$ được tính như sau:

$$\overline{H_k} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} n_i H_i^2}{\sum_{i=1}^{n} n_i}} \tag{1}$$

Với n_i là tần suất xuất hiện sóng nằm trong khoảng độ cao H_i theo hướng k trong một khoảng thời gian nhất định (trong nghiên cứu này là 1 tháng).

Thời gian xuất hiện sóng $\overline{H_k}$ trong 1 tháng t_k được tính như sau:

$$t_k = N \sum_{i=1}^{n} n_i \tag{2}$$

Trong đó, N là tổng số ngày trong thời gian 1 tháng.

Chu kỳ sóng ứng với độ cao sóng có năng lượng tương đương $\overline{H_k}$ được tính theo "Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng cảng biển" xuất bản năm 2002 của Nhật Bản:

$$\overline{T_k} = 3.86\sqrt{\overline{H_k}} \tag{3}$$

Kết quả tính sóng có năng lượng tương đương từ gió được trình bày trong bảng 2.

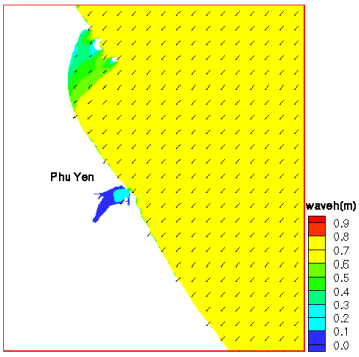
Bảng 2: Kết quả tính sóng thường với năng lượng tương đương theo các hướng khác nhau tại cửa Đà Rằng

Tháng \ Hướng	NE		E		SE		S	
	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)
1	0.99	3.85	0.75	3.34	0.75	3.34	0	0
2	1.17	4.18	0.83	3.51	0.85	3.55	0	0
3	1.01	3.87	0.86	3.58	0.89	3.64	0.83	3.52
4	0.83	3.52	0.89	3.64	0.90	3.66	0.75	3.34
5	0.77	3.40	0.89	3.63	1.04	3.95	0.94	3.75
6	0.75	3.34	0.77	3.39	0.88	3.63	0.92	3.69
7	1.35	4.48	0.79	3.44	0.84	3.54	0.89	3.65
8	0.80	3.45	0.77	3.39	0.86	3.59	1.21	4.25
9	0.81	3.48	0.79	3.43	0.83	3.51	0.75	3.34
10	1.02	3.9	0.87	3.59	1.40	4.57	0	0
11	1.26	4.34	1.05	3.95	0.88	3.62	0	0
12	1.26	4.33	1.02	3.90	0.86	3.59	0	0

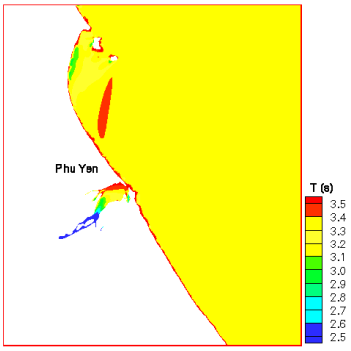
Từ kết quả tính toán phân bố năng lượng sóng tương theo các hướng khác nhau, kết quả tính toán bằng mô hình số trị trường sóng và chu kỳ sóng ven bờ tại khu vực cửa Đà Rằng theo các tháng được biểu thị như trên các hình 4 và hình 5.

Theo tính toán, độ cao sóng tương đương vào tháng 5 theo hướng đông bắc là 0,77m, theo hướng đông là 0,89m. Khi truyền vào bờ độ cao sóng ít suy giảm, độ cao sóng ven bờ đối với sóng đông bắc khoảng 0,6m – 0,7m, đối với sóng hướng đông khoảng 0,7m – 0,8m. Độ cao sóng tương đương ngoài khơi theo hướng đông nam là 1,04m và theo hướng nam là 0,94m. Sự phân bố trường sóng ở phía nam và phía bắc vùng nghiên cứu thấy rõ sự khác biệt, điều này do hướng sóng ngoài khơi hợp với đường bờ một góc nhỏ (hình 4).

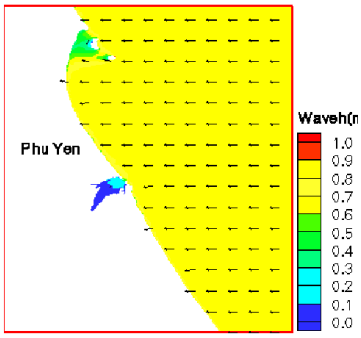
Do tác động của gió mùa đông bắc, vào tháng 11 sóng hướng đông bắc là hướng sóng chủ đạo khu vực này. Độ cao sóng tương đương khu vực ngoài khơi theo hướng này là 1,26m, theo hướng đông là 1,02m và theo hướng đông nam là 0,86m. Không thấy sóng hướng nam xuất hiện trong thời gian này. Độ cao sóng ven bờ do sóng hướng đông và đông bắc truyền vào khoảng 1m, do sóng đông nam truyền vào khoảng 0,5m – 0,6m. Khu vực phía bắc vùng nghiên cứu, do ảnh hưởng của một số đảo ngoài khơi, độ cao sóng vào bờ giảm rõ rệt, sự phân bố trường sóng trong các vùng còn lại ít thay đổi (hình 5).



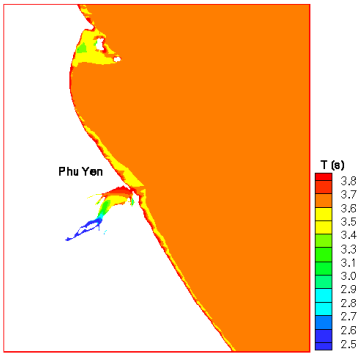
Trường sóng Đông Bắc



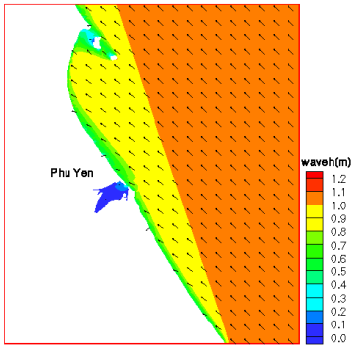
Chu kì sóng Đông Bắc



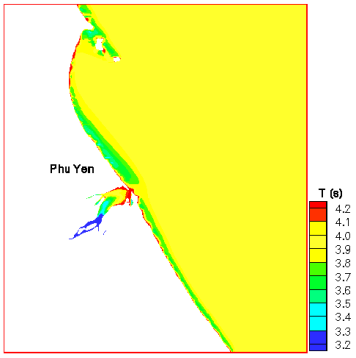
Trường sóng hướng Đông



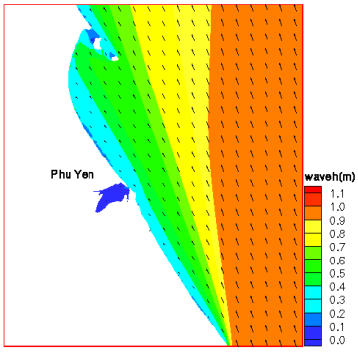
Chu kì sóng hướng Đông



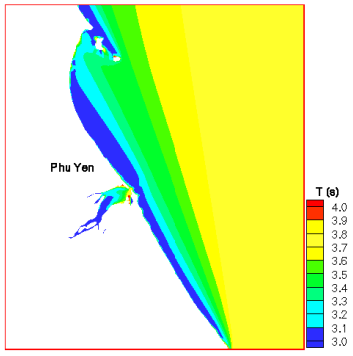
Trường sóng Đông Nam



Chu kì sóng Đông Nam

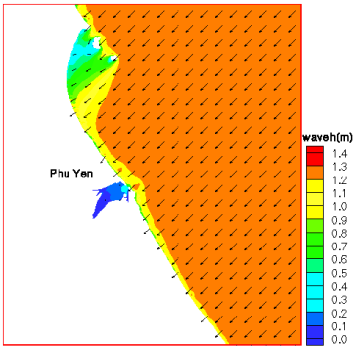


Trường sóng hướng Nam

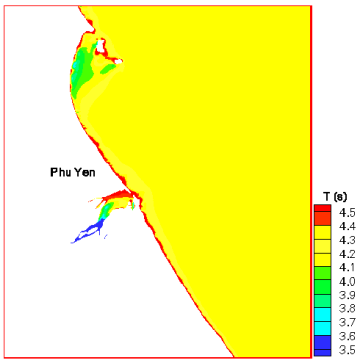


Chu kì sóng hướng Nam

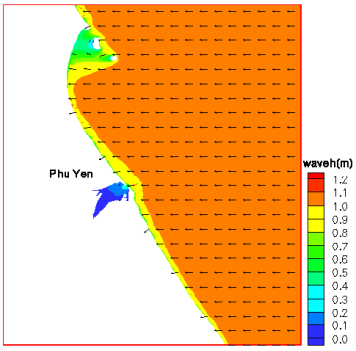
Hình 4. Trường sóng và chu kì sóng tháng 5 khu vực cửa Đà Rằng



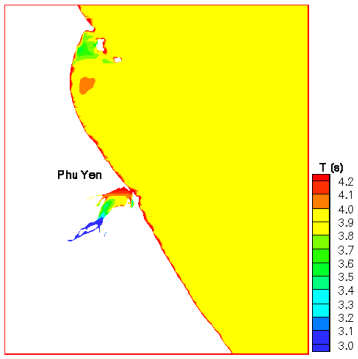
Trường sóng Đông Bắc



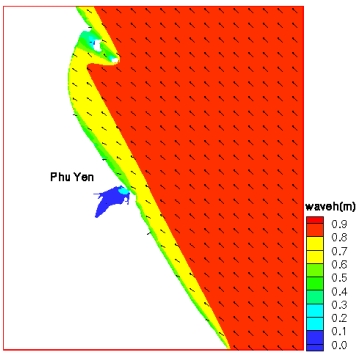
Chu kì sóng Đông Bắc



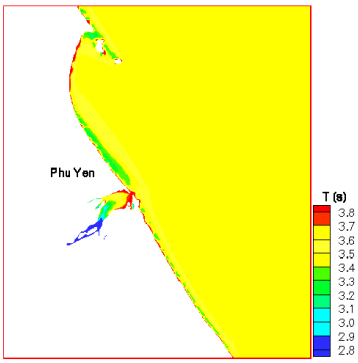
Trường sóng hướng Đông



Chu kì sóng hướng Đông



Trường sóng Đông Nam



Chu kì sóng Đông Nam

Hình 5. Trường sóng và chu kì sóng tháng 11 khu vực cửa Đà Rằng

4. Kết luận

Chế độ thủy động lực học và thuỷ thạch động lực học ở vùng ven bờ và khu vực cửa sông là những nhân tố chính ảnh hưởng đến diễn biến hình thái cửa sông và bờ biển tại các khu vực lân cận. Các kết quả tính toán cho thấy vùng cửa sông Đà Rằng nằm ở phía đông dãy Trường Sơn, chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa. Vào đầu mùa đông, gió mùa đông và đông bắc gặp phải dãy Trường Sơn đã gây ra mưa rất nhiều trên vùng thấp ven biển và sườn Đông Trường Sơn. Lượng mưa lớn cùng với địa hình dốc thường gây ra lũ lụt và xói lở mạnh. Một lượng bùn cát lớn được vận chuyển về về phía hạ lưu trong mùa lũ. Cuối

mùa đông, đầu hè, do ít mưa và lưu lượng nước từ thượng nguồn nhỏ, bùn cát do sóng kết hợp với dòng ven vận chuyển dọc bờ gây bồi lấp cửa sông, ngăn trở tàu thuyền ra vào cảng. Vào mùa lũ, lượng bùn cát bồi lấp tại cửa sông cũng làm tiêu thoát lũ khó khăn. Các kết quả tính toán chế độ động lực vùng cửa sông sẽ được sử dụng để tính toán lượng bùn cát vận chuyển tại khu vực cửa sông và những thay đổi tương ứng của hình thái vùng cửa sông và ven biển trong điều kiện có và không có công trình, làm cơ sở cho việc đề xuất và thiết kế các công trình chỉnh trị vùng cửa sông.

Tài liệu tham khảo

Các tài liệu khảo sát – Trường Đại học Thủy lợi, Viện Địa Lý 2008, viện Khoa học Thủy lợi.

Nagai K., Kono S. and Dao Xuan Quang, 1998. Wave characteristics on the central coast of Vietnam in the South China sea. Coastal Eng. J., Vol. 40, No. 4, 347-366.

Goda Y., 1985. *Random Seas and Design of Maritime Structures*. Univ. Tokyo Press, 323 pp.

Goda Y., T. Takayama and Y. Suzuki, 1978. Diffraction diagrams for directional random waves. *Proc. 16th Coastal Eng. Conf., ASCE,* 628-650.

Mase H., Takayama T., Kunitomi S. and Mishima T., 1999. Multi – Directional Spectral Wave Transformation Model Including Diffraction Effect. J. JSCE, II-48, 177-187.

Nguyễn Bá Uân, 2002. *Nghiên cứu diễn biến vùng cửa sông ven biển miền Trung và ảnh hưởng của nó đến vấn đề thoát lũ và khai thác kinh tế trong vùng*. Luận án TSKT. Hà Nội.

USACE, 2001. Coastal Engineering Manual.

_____, 2000. Sổ tay tra cứu các đặc trưng khí tượng thuỷ văn vùng thềm lục địa Việt Nam. Tổng cục khí tượng thuỷ văn, Trung tâm khí tượng thuỷ văn Biển. Nhà xuất bản nông nghiệp.

_____, 2002. Technical standards and commentaries for port and harbour facilities in Japan. The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan.