

Dự báo biến động đáy sông, đường bờ khi nạo vét thông luồng khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão cửa biển Phan Rí

Ngô Trà Mai*

Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 10 tháng 3 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 10 tháng 6 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 12 tháng 9 năm 2016

Tóm tắt: Luồng tàu thuyền khu vực cửa sông và khu vực nước trước bến cửa biển Phan Rí dễ bị bồi lấp gây khó khăn cho tàu thuyền ra vào và neo đậu tránh trú bão, nhất là tàu thuyền công suất lớn. Bài báo sử dụng mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát để tính toán dự báo sự biến động đáy sông, đường bờ của quá trình nạo vét, thông luồng khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão cửa biển Phan Rí với 29 mặt cắt trên phạm vi dài khoảng 1.800m từ cửa biển ngược về phía thượng lưu sông Lũy. Cao độ nạo vét từ -1,5 đến -4,1m để đáp ứng nhu cầu cho tàu thuyền công suất 300CV neo đậu tránh trú bão. Kết quả chỉ ra: khoảng cách từ tim luồng chạy tàu đến 2 bên bờ kè khoảng 30-40m là khu vực bồi lắng thường xuyên, cách tim luồng vào bờ khoảng từ 50-200m dòng vận chuyển bùn cát và quá trình bồi hầu như không còn tác động; lượng bùn cát vận chuyển vào mùa gió Tây Nam là 13.941m^3 chiếm khoảng 60% tổng lượng bồi xói/ năm, mùa gió Đông Bắc bồi 9.297m^3 ; thời gian cần thiết để phục hồi bãi và sườn bờ ngầm là khoảng 34,4 ngày cho gió mùa Đông Bắc và khoảng 49,3 cho gió mùa Tây Nam; lượng bùn cát được bồi sau hai năm là 46.476m^3 ; sau 5 năm nạo vét mới phải tiến hành duy tu tuyến luồng.

Từ khóa: Đáy biển, bờ biển, mô hình thủy động lực học, mô hình khuếch tán.

1. Mở đầu

Hiện nay, phương pháp mô hình toán đang được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực quản lý tài nguyên. Đây là phương pháp hiện đại, phát triển mạnh, đòi hỏi kiến thức tổng hợp, được thực hiện qua nhiều bước như: lựa chọn, xây dựng, hiệu chỉnh, xác định thông số của mô hình và cuối cùng là ứng dụng để đánh giá, dự báo. Ở Việt Nam, mô hình thủy động lực đã và đang được áp dụng rộng rãi trong thực tiễn, bên cạnh việc nghiên

cứ dự báo thủy động lực, mô hình còn cho phép tính toán vận chuyển bùn cát và biến động đáy sông, đường bờ.

Bờ biển Việt Nam trải dài trên 3200 km với 114 cửa sông lớn nhỏ, riêng tỉnh Bình Thuận có 192 km đường bờ biển, với 7 con sông trong đó 6 con sông đổ ra biển Đông, trong đó có sông Lũy.

Nơi sông Lũy đổ ra biển là thị trấn Phan Rí, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận, từ lâu đã hình thành cảng cá tương đối lớn và là cái nôi của khai thác thủy hải sản nên giao thương phát triển.

Sông Lũy bắt nguồn từ vùng núi thuộc tỉnh Lâm Đồng chảy qua huyện Bắc Bình và đổ ra biển Đông qua cửa biển Phan Rí. Hoạt động

*ĐT.: 84-982700460

Email: ngotramai@gmail.com

trên lưu vực sông Lũy và dòng chảy tự nhiên làm gia tăng lượng bùn cát gây bồi lấp luồng chạy tàu khu vực cửa sông và nước trước bến. Cao độ hiện trạng lòng sông thấp, khoảng 1,5-3,5m. Khu nước neo đậu tàu hẹp, thiếu diện tích để tiếp nhận tàu thuyền neo đậu trú tránh bão. Vì vậy, việc nạo vét thông luồng, xây dựng nơi trú đậu tàu thuyền an toàn khi có bão cấp 9, cấp 10 với quy mô 800 chiếc (công suất tối đa 300CV), giảm thiểu thiệt hại là cần thiết. Ngoài ra còn tận thu cát nhiễm mặn xuất khẩu.

Do không thể trực tiếp đo đạc được vận chuyển bùn cát dọc bờ trong thời gian nạo vét, nên trong nghiên cứu này đã sử dụng mô hình thủy động lực và mô hình khuếch tán bùn cát lơ lửng với 29 mặt cắt để xem xét biến động địa hình trên phạm vi dài khoảng 1.800m từ cửa biển Phan Rí ngược về phía thượng lưu sông Lũy (hình 1). Kết quả tính toán làm cơ sở để xây dựng kế hoạch nạo vét với các phương án giảm thiểu đi kèm.

2. Thành phần và quy trình nạo vét

Theo thống kê của đồn cảnh sát biên phòng Phan Rí Cửa, tính đến cuối tháng 1 năm 2015, số tàu thuyền đăng ký hoạt động tại cửa Phan

Rí là hơn 975 chiếc, mật độ tàu thuyền neo đậu tại cửa biển tùy thuộc vào mùa, khi chưa vào mùa đánh bắt, số lượng tàu thuyền neo đậu ước tính khoảng 600 chiếc, lúc vào mùa đánh bắt số lượng tàu thuyền neo đậu tại cửa biển ít hơn. Để thuận tiện cho việc đi lại trong quá trình nạo vét, 29 mặt cắt đã được phân chia như hình 2: Từ mặt cắt MC01 – MC10 là đoạn luồng chạy tàu giữa hai đê tả ngạn và hữu ngạn, cao trình nạo vét -4,1m (hệ cao độ Hải đồ); từ MC11 – MC20 là khu vực bến cá, cao trình nạo vét từ -2m đến -4,1m; từ mặt cắt MC21 – MC29 là khu vực bến cá và thượng lưu cảng gồm các vũng đậu tàu cao trình nạo vét -4,1m và -2 m tại khu vực gần bờ kè.

Tổng khối lượng cát ứng với 29 mặt cắt là 799.416 m³, thời gian nạo vét trong 12 tháng.

Độ sâu lớp cát lớn nhất khoảng 5 – 7m; thành phần chủ yếu là cát thạch anh trắng, xám trắng, xám xanh và xám vàng; kết cấu từ kém chặt đến chặt vừa; kích thước từ hạt nhỏ đến hạt thô, trung bình Md = 0,19 - 0,39mm; tỷ lệ thành phần cát: thạch anh 54 – 81%; felspat 1 – 16%; khoáng vật nặng 1 – 3%; mảnh sét 0 – 45,5% [1].



Hình 1. Sơ đồ mô phỏng phạm vi nạo vét và biên tính toán.

Quy trình nạo vét: Thân cát → Xén thổi, xáng cạp → Sà lan → Tàu kéo → Khu chuyển tải

Quá trình thi công khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão cửa biển Phan Rí sử dụng phương pháp phân luồng đảm bảo cho tàu thuyền giao thông đi lại trong quá trình nạo vét. Cụ thể như sau:

- Phân chia tuyến luồng nạo vét thành 2 tuyến luồng nhỏ.

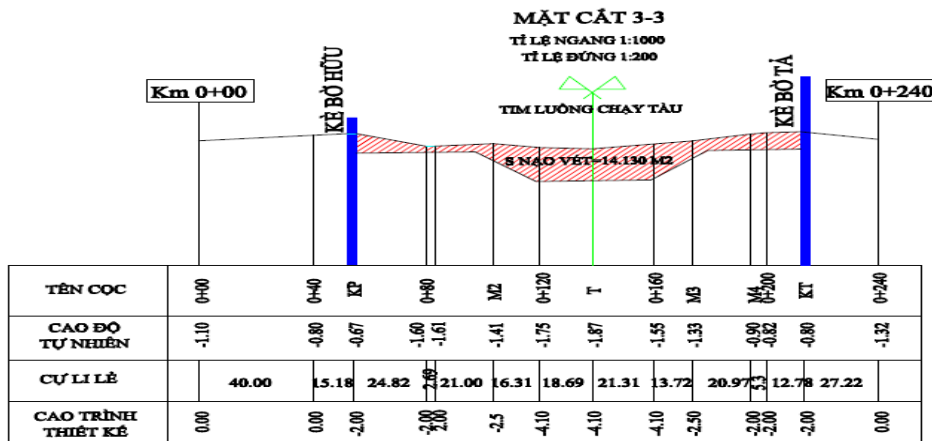
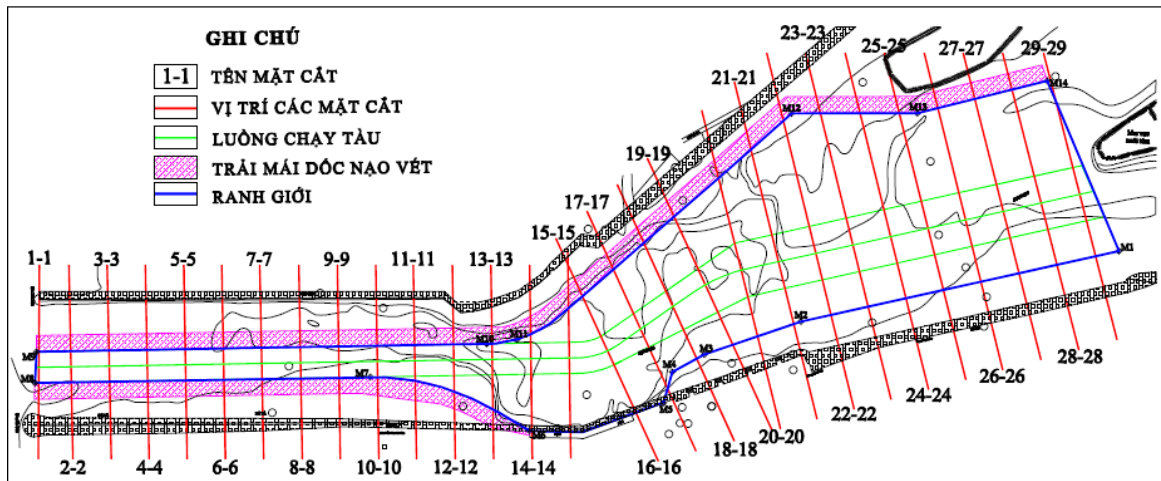
- Ranh giới tuyến luồng nạo vét được định vị bằng máy định vị vệ tinh toàn cầu DGPS và sử dụng hàng phao dấu thả để định vị giới hạn tuyến luồng thi công

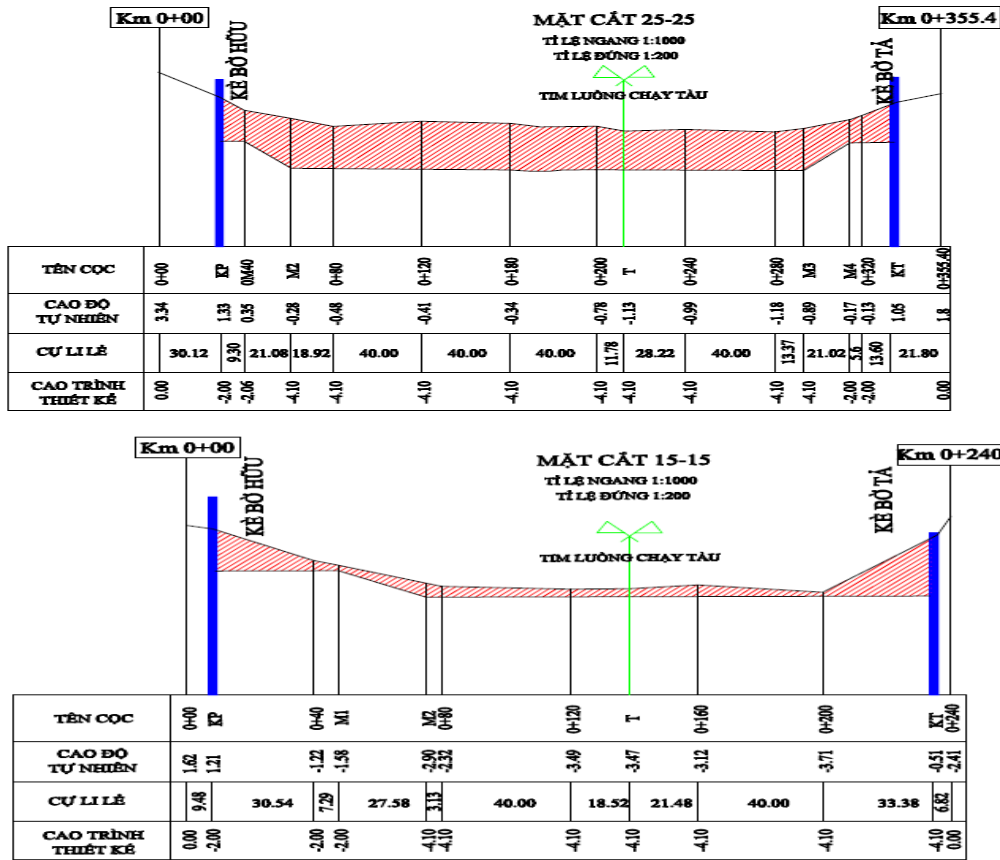
- Định vị tàu vào đúng đường tim của dải nạo vét.

- Tiến hành nạo vét cuốn chiều và nạo vét hoàn chỉnh 1/2 tuyến luồng bên trái. 1/2 tuyến luồng bên phải dành cho các phương tiện giao thông thủy đi lại ra vào khu vực. Sau đó tiếp tục nạo vét 1/2 tuyến luồng còn lại.

- Việc nạo vét dưới nước được tiến hành theo từng lô.

Cát nạo vét sẽ được bơm trực tiếp lên sà lan chở cát, sau khi sà lan được hút đầy cát sử dụng tàu kéo di chuyển ra khu vực chuyển tải để xuất khẩu. Sà lan cập mạn để chuyển tải cát lên tàu mua cát bằng hình thức: dùng máy đào gầu dây bốt trực tiếp lên tàu hoặc bốt cát nhiễm mạn vào phễu của băng tải để băng tải chuyển tiếp lên sà lan biển.





Hình 2. Phân bố 29 mặt cắt và chi tiết 03 mặt cắt nạo vét điển hình.

3. Lựa chọn mô hình mô phỏng và tóm tắt nội dung tính toán

3.1. Phương pháp mô hình hóa và lựa chọn mô hình mô phỏng

Phương pháp mô hình hóa là phương pháp khoa học để nghiên cứu các đối tượng dựa trên thực tế bằng cách xây dựng mô hình của chúng. Phương pháp này có các ưu điểm nổi trội so với các phương pháp khác là: cho kết quả nhanh, độ chính xác tương đối cao, bản chất vật lý và cơ chế. Ngoài ra còn phải kể đến tính mềm dẻo khi cần thay đổi các phương án mô phỏng. Tuy nhiên, độ tin cậy của mô hình toán lại phụ thuộc nhiều vào các số liệu đầu vào. Nếu các số liệu đầu vào có độ tin cậy kém thì các kết quả đầu ra của mô hình cũng sẽ hạn chế.

Để tính toán quá trình vận chuyển bùn cát để dự báo biến động đáy sông, đường bờ có nhiều mô hình đã được phát triển như [2-4]: Del t3D - bộ phần mềm 2D/3D mô hình hoá thủy lực, lan truyền chất, sóng, vận chuyển bùn cát, biến đổi đáy của WLI Delt Hydraulics, Hà Lan, sử dụng hệ lưới cong trực giao; bộ phần mềm SMS 2D/3D của Aquaveo, Mỹ. SMS cũng là tập hợp nhiều module mô hình hoá thủy lực, lan truyền chất, sóng, vận chuyển bùn cát, biến đổi đáy sử dụng cả lưới phi cấu trúc dựa trên phương pháp phân tử hữu hạn, cả lưới cấu trúc theo phương pháp sai phân hữu hạn.

Tuy nhiên, nhược điểm của các mô hình này là sự kết nối giữa các module là hạn chế.

Phổ biến và được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay phải kể đến bộ mô hình MIKE của DHI Water & Environment, Đan Mạch sử dụng để mô phỏng các quá trình thủy động lực học dòng

chảy biển với một loạt mô đun: mô đun tính toán thủy lực; mô đun tính toán sóng; mô đun tính biến đổi đường bờ; mô đun tính biến đổi bùn cát; mô đun tính tràn dầu, mô hình sinh thái mô đun tính lan truyền vật chất, truyền nhiệt. Đặc biệt, trong các phiên bản gần đây các module kể trên đã được cải tiến từ sử dụng lưới chữ nhật thông thường sang sử dụng lưới phi cấu trúc linh động dựa trên phương pháp tích hữu hạn. Điều này cho phép mô tả chính xác các vùng nghiên cứu bất kỳ kể cả những vùng có địa hình phức tạp, thích hợp với vùng cửa sông ven biển như ở Bình Thuận.

Với các mô đun trên mô hình MIKE có thể mô hình hóa hầu hết các vấn đề liên quan đến động lực dòng chảy biển trong đó có tính toán được vận chuyển bùn cát từ đó dự báo sự biến động đáy sông và đường bờ.

Kết quả nhận được từ các mô hình toán cho phép nhận diện các hiện tượng biến động đáy sông, đường bờ một cách toàn diện, đúng bản chất vật lý hơn. Chính xác là, từ mô hình toán sẽ xác định được tổ hợp các yếu tố tự nhiên, con người tác động bất lợi tới đới bờ; xác định được tốc độ lắng đọng, bồi tụ tại khu vực nghiên cứu theo không gian và thời gian, trên cơ sở đó đề xuất được giải pháp phòng chống hiệu quả, ổn định lâu dài, ít tốn kém và ít tác động xấu tới môi trường tự nhiên khi công trình hoàn thành.

Dựa vào ưu điểm và đặc điểm của các mô hình. Tác giả lựa chọn mô hình Mike 21 là mô hình dòng chảy mặt 2D, để mô phỏng quá trình thủy lực và các hiện tượng về môi trường trong các hồ, vùng cửa sông, vùng vịnh, vùng ven bờ và các vùng biển. Mô hình gồm các mô đun sau: Hydrdynamic (HD); Transport (TR); ECO Lab (EL); Mud Transport (MT); Sand Transport (ST) [5] để dự báo biến động đáy biển, đường bờ được thực hiện trên các kết quả của mô hình thủy động lực và mô hình khuếch tán bùn cát lơ lửng.

- Đánh giá phân bố dòng triều và dao động mực nước do triều trên toàn Biển Đông bằng mô hình hóa dòng triều theo phương pháp phân tử hữu hạn.

Sử dụng kỹ thuật chi tiết hóa, áp dụng các điều kiện biên mực nước phục vụ tính toán chế độ thủy động lực ở quy mô nhỏ hơn (cụ thể là khu vực ven bờ Nam Trung Bộ). Mô hình tính được xây dựng dựa trên nền tảng của mô hình thủy động lực 3-D theo phương pháp phân tử hữu hạn với lưới tam giác không đều nhằm đánh giá chế độ dòng chảy dưới tác động của tương tác biển – khí, phân tầng nhiệt – muối, ...

Sử dụng kỹ thuật chi tiết hóa đưa các giá trị biên của các tham số động lực về khu vực.

Mô hình vận chuyển bồi tích nhằm đánh giá khả năng vận chuyển và lắng đọng vật liệu ở quy mô chi tiết dựa trên sự tích hợp của mô hình khuếch tán, vận chuyển vật liệu với mô hình thủy động lực (dưới tác động tổng hợp của sóng và dòng chảy). Mô hình vận chuyển bồi tích có khả năng liên kết tốt với mô hình dòng chảy 3D với mạng lưới tính chi tiết theo phương pháp phân tử hữu hạn. Các số liệu đầu vào cần thiết cho tính toán là sóng, dòng chảy (bao gồm cả tác động của gió, thủy triều) và các cấu trúc trầm tích đáy. Mô hình vận chuyển bồi tích thỏa mãn một số yêu cầu sau [6-8]:

Cung cấp chi tiết các thay đổi của tính chất nước và ảnh hưởng đến hàm lượng vật lơ lửng theo độ sâu, trong đó mật độ và độ nhớt của nước được tính toán từ kết quả tính nhiệt độ và độ muối của mô hình tính dòng chảy

Thể hiện trầm tích lơ lửng (như bùn, sét) là một hàm phổ của các vận tốc lắng thông qua kích thước hạt (D10, D50, D90). Vận tốc lắng của trầm tích trong môi trường nước tĩnh được tính toán thông qua công thức Soulsby (1997).

- Mô phỏng các chu trình phức tạp lắng đọng - xói mòn.

- Dự báo quá trình vận chuyển vật liệu sạt đáy và di đáy (như thành phần vật liệu cát) thông qua công thức Van Rijn (1993).

Hệ phương trình tính toán quá trình thủy động lực học bao gồm các phương trình thủy động lực học nước nông ba chiều phi tuyến, mô hình được giải theo phương pháp phân tử hữu hạn với mạng lưới tam giác không đều.

3.2. Mô tả tóm tắt về các nội dung tính toán

Thuật toán sử dụng trong mô hình:

- Sử dụng sơ đồ sai phân hữu hạn để tính toán lưu lượng và mực nước theo các phương trình cân bằng lực. Giải hệ phương trình liên tục và bảo toàn động lượng theo sơ đồ sai phân hữu hạn ẩn, mô tả lưu lượng và mực nước trên toàn bộ miền tính toán.

- Sử dụng lưới phi cấu trúc: Sơ đồ hiện hạn chế bước thời gian thỏa mãn điều kiện Courant – Friedrich – Lewy nhỏ hơn 1.

Xác lập các điều kiện biên [9]:

- Điều kiện biên ban đầu: Sử dụng bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu tỉ lệ 1.5000 [2].

- Điều kiện biên trên: sử dụng số liệu lưu lượng dòng chảy thực đo tại trạm đo thủy văn Sông Lũy (2004 - 2014).

- Tại biên mở trên bề mặt biển (thể hiện tương tác biển – khí): ngay trên bề mặt biển, ứng suất trượt khí quyển được xác định như là hàm số phụ thuộc vào vận tốc gió 10 m/s trên bề mặt biển, mật độ không khí và cả hệ số cản phi tuyến (phụ thuộc vào bề mặt biển). Cả sự phân tầng lớp nước gây ra do sự chênh lệch áp lực trong môi trường nước từ sự khác nhau về mật độ và nhiệt độ cũng được tính đến.

- Tại biên cứng trên bề mặt đáy: Sử dụng điều kiện trượt bậc hai để tính ứng suất trượt theo vận tốc dòng chảy sát đáy \vec{v}_b và hệ số cản bậc hai phi thứ nguyên Cd.

Xác lập mạng lưới không cấu trúc (lưới tam giác) theo phương ngang

Sử dụng hệ thống lưới tam giác không đều được thiết lập dựa vào sự khác nhau về điều kiện địa hình bờ, hình dạng đáy biển

Điều kiện biên dưới: sử dụng số liệu đo mực nước thực đo tại trạm Phan Thiết (2004 – 2014).

Điều kiện biên gió: số liệu gió dùng để tính toán chế độ dòng chảy được thống kê từ số liệu liệu đo gió tại trạm Phan Thiết từ năm 2004 - 2014 với tần suất 6 tiếng/lần.

Điều kiện biên sóng: số liệu sóng được tính toán và thống kê từ số liệu thực đo tại trạm Phan Thiết (2004 - 2014) và đưa về chiều cao sóng theo từng hướng.

Điều kiện bùn cát: đường kính hạt bùn cát (D10, D50, D90)

Xác lập mạng lưới cấu trúc theo phương ngang:

Sử dụng hệ thống lưới tam giác không đều được thiết lập dựa vào sự khác nhau về điều kiện địa hình bờ, hình dạng đáy biển [8].

Các tham số thủy động lực liên quan đến việc tính toán suất vận chuyển vật liệu [1, 7-9]:

- Mật độ (ρ) và độ nhớt động lực (η) trong môi trường nước được tính toán từ nhiệt độ và độ mặn nước biển. Mật độ nước được tính toán phù hợp với phương trình trạng thái theo công thức của Foronoff, 1985, độ nhớt động học được tính theo công thức của Riley và Skirrow 1965.

- Vận tốc lắng (w_s) được tính toán theo công thức của Soulsby, 1997, phụ thuộc vào độ nhớt động học (η/ρ), đường kính giữa (Median diameter – D50) và mật độ vật liệu.

- Vận tốc trượt tới hạn được tính theo công thức Van Rijn, 1993 trong mối liên quan với đường kính giữa, vận tốc lắng và cả mật độ của vật liệu.

- Hệ số ma sát đáy (cr) và độ nhám nền đáy (z_0) đối với vật liệu bờ rời và vật liệu kết dính được áp đặt bằng các hệ số mặc định khác nhau, theo Soulsby, 1983.

Công thức thực nghiệm xác định suất vận chuyển vật liệu bờ rời và vật liệu kết dính [1, 4, 8]:

- Đối với vật liệu bờ rời: sử dụng công thức Van Rijn, 1993 cho tính toán suất vận chuyển sát đáy của vật liệu bờ rời và vận chuyển tái lơ lửng.

- Đối với vật liệu kết dính: quy trình và các thuật toán ước lượng suất vận chuyển bồi tích đối với vật liệu kết dính được mô tả chi tiết trong công trình của Van Rijn, 1997.

Số liệu gió được thu thập từ dữ liệu xử lý windsat tại http://www.remss.com/windsat/windsat_browser.html, với nguồn số liệu trung bình ngày, theo ô lưới vuông 0.250 từ tháng 02/2005 đến tháng 12/2013. Việc nội suy số liệu gió để chuyển đổi về phân bố lưới (phân tử hữu hạn) được thực hiện bằng phần mềm MatlabR2013a. Để kiểm tra và hiệu chỉnh lại theo nguồn số liệu đo gió tại các trạm quan trắc vào tháng 05, 08, 10 và 12 năm 2014 dùng làm số liệu để đánh giá kết quả của mô hình, kiểm tra tính đúng đắn của nguồn số liệu được nội suy, sử dụng số liệu đo gió tại trạm Phan Rí từ năm 2008 đến 2014 với tần suất đo số liệu là 6 tiếng một lần tại các giờ trong ngày 1, 7, 13, 19 giờ.

Các trường số liệu như vận tốc gió, nhiệt độ không khí, độ ẩm, lượng mây che phủ, lượng mưa, thông lượng bức xạ sóng dài, sóng ngắn được thu thập từ cơ sở dữ liệu của trung tâm dự báo môi trường (NCEP) thuộc NOAA – Mỹ thu thập trực tiếp từ <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>.

- Nguồn số liệu liên quan với các điều kiện thủy văn, địa hình:

+ Nguồn số liệu đo sâu và địa hình chi tiết tỉ lệ 1/2.000 của 140.033 m² vùng nạo vét với 9 lỗ khoan được thu thập, tạo lưới độ sâu và cập nhật vào mô hình tính lắng đọng và vận chuyển trầm tích chi tiết ở vùng nạo vét.

+ Kết quả khảo sát địa chất ở 9 điểm dọc khu vực là cơ sở để đánh giá đặc điểm trầm tích của vùng và cũng là các số liệu đầu vào quan trọng để tính lắng đọng, vận chuyển trầm tích, đánh giá quá trình xói lở - bồi tụ và khả năng phục hồi bãi sau khi nạo vét.

+ Việc đánh giá các quá trình xói lở - bồi tụ và khả năng phục hồi bãi trước sau khi nạo vét được thực hiện thông qua 29 mặt cắt thẳng góc với bờ (trong đó MC 1 nằm ở phía cửa biển Phan Rí, còn MC 29 nằm ở phía thượng lưu sông Lũy).

Tính toán suất vận chuyển vật liệu theo các mặt cắt ngang: sự xói lở, vận chuyển và lắng đọng của trầm tích có kích thước hạt tương đương nhất được tính toán.

Việc đánh giá các quá trình xói lở - bồi tụ và khả năng phục hồi bãi trước sau khi nạo vét được thực hiện qua 29 mặt cắt thẳng góc với bờ.

3.3. Các trường hợp mô phỏng trong mô hình

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Đông Bắc, Tây Nam; Dự báo thể tích cát bồi lắng trong 12 tháng, sau 1 năm và 2 năm của quá trình nạo vét

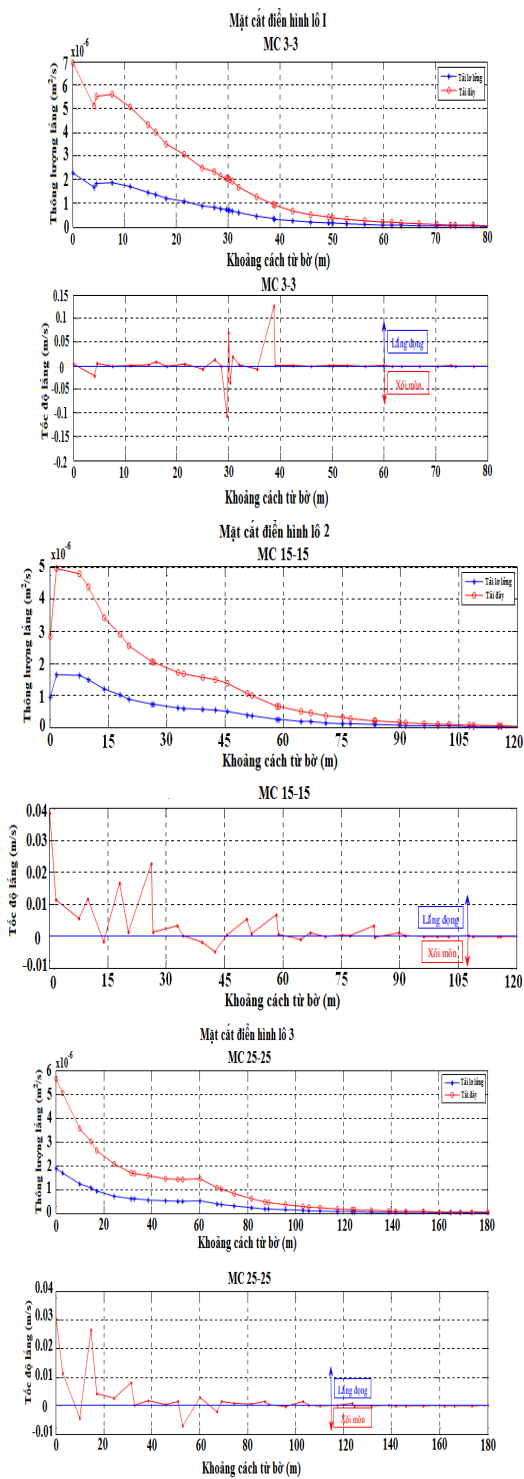
4. Thảo luận kết quả tính toán biến động đáy sông, đường bờ

Cao độ địa hình tại khu vực nạo vét sẽ có thay đổi lớn và địa hình trở lên dốc hơn làm thay đổi cân cân bồi tích và tính ổn định đường bờ bị đe dọa do tăng tốc độ dòng ngang hướng bờ. Tính toán mức độ xói lở – bồi lắng và đánh giá khả năng phục hồi sườn bờ ngầm trước và sau khi nạo vét, trong hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam thông qua 29 mặt cắt.

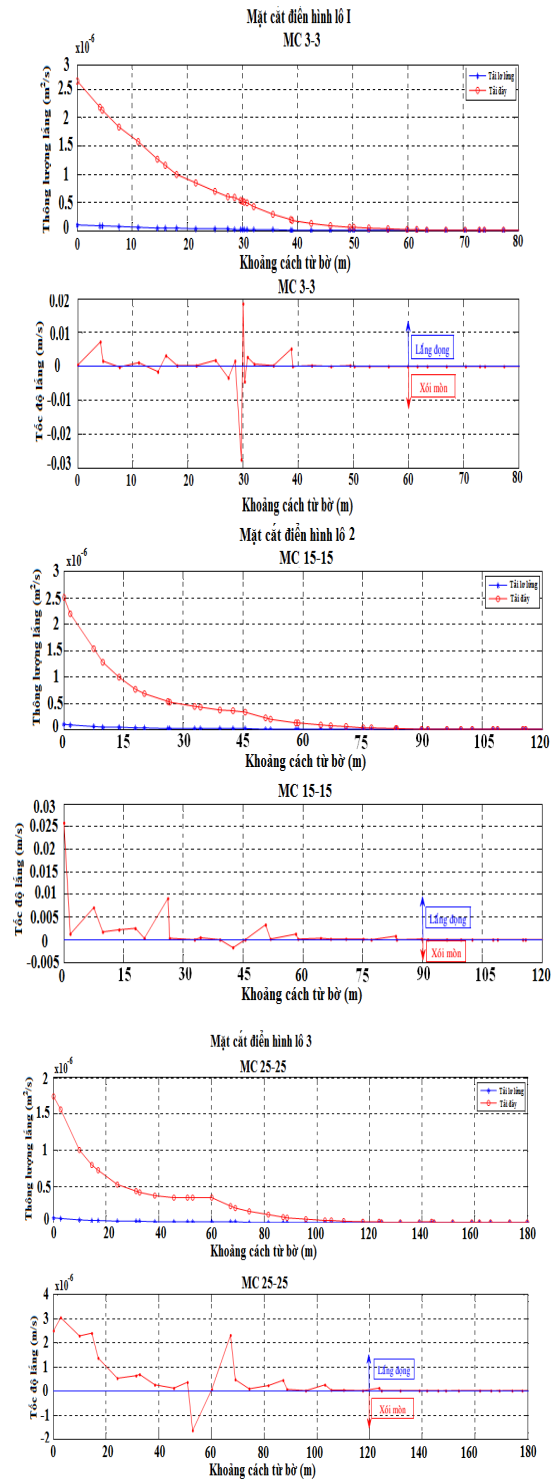
Kết quả dự báo tải lượng dòng vận chuyển vật liệu lơ lửng, sạt đáy và tốc độ lắng theo 3 mặt cắt điển hình cho 3 lô nạo vét (lô 1 từ MC 1 - MC 10; lô 2 từ MC 11 – MC 20; lô 3 từ MC 21 – MC 29), trong cả hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam được thể hiện trong hình 3 và hình 4.

Kết quả tính toán cho thấy:

Đối với khả năng phục hồi bãi và sườn bờ ngầm: Khu vực cách bờ kè 80m, tải lượng vận chuyển bùn cát là lớn, tạo ra những khu vực xói – bồi xen kẽ theo mặt cắt. Tuy nhiên, cân cân bồi tích là cân bằng do một phần vật liệu bùn cát bị mang đi (gây xói) bởi dòng chảy dọc bờ, và sau đó được bù trừ trở lại bởi nguồn vật liệu từ thượng nguồn sông Lũy và cửa biển Phan Rí. Với lượng cát nạo vét trung bình khoảng 4.542 m³/ngày thời gian cần thiết để phục hồi bãi và sườn bờ ngầm là khoảng 34,4 ngày cho gió mùa Đông Bắc và khoảng 49,3 cho gió mùa Tây Nam.



Hình 3. Tải lượng dòng vận chuyển vật liệu lơ lửng, sạt đáy và tốc độ lắng vào mùa Đông Bắc theo 3 mặt cắt điển hình.



Hình 4. Tải lượng dòng vận chuyển vật liệu lơ lửng, sạt đáy và tốc độ lắng vào mùa Tây Nam theo 3 mặt cắt điển hình.

Đối với quá trình vận chuyển bùn cát và bồi lắng ở khu vực nạo vét: Tổng vận chuyển bùn cát có xu thế giảm dần khi ra xa và theo độ sâu. Tải lượng vận chuyển bùn cát bao gồm hai loại tải lượng sát đáy và tải lượng lơ lửng, trong đó tải lượng sát đáy có giá trị lớn hơn nhiều lần so với tải lượng lơ lửng.

Kết quả tính toán cũng cho thấy, ngay trước luồng nạo vét, cách bờ kè khoảng 60m có sự thay đổi đột biến của độ dốc mới do nạo vét đã tạo ra một đới xói lở mạnh ở đây, đồng thời bồi lắng mạnh ở khu vực lân cận phía ngoài cách bờ 120 – 160m. Để giảm tác động, việc loại bỏ các vùng nạo vét làm thay đổi mái dốc đột ngột và mạnh cần được thực hiện; các phương án nạo vét cần rải đều, không tập trung ở một mặt cắt và nạo vét theo cách bóc dần từng lớp cát là tối ưu.

Luồng nạo vét chính tính từ tim luồng chạy tàu về 2 bên phía bờ kè khoảng 20 – 35m. Trong đó, khoảng cách từ tim luồng chạy tàu đến 2 bên bờ kè khoảng 30 - 40m là khu vực bồi lắng thường xuyên, cách tim luồng vào bờ khoảng từ 50m - 200m, dòng vận chuyển bùn cát và quá trình bồi hầu như không còn tác động.

Đối với quá trình bồi lấp luồng tàu: Hiện tượng bồi lắng diễn ra mạnh mẽ trong mùa gió Tây Nam và chiếm hơn 60% tổng lượng cả năm, trong đó mùa gió Đông Bắc bồi 9.297m³ bùn cát, mùa gió Tây Nam bồi 13.941m³ bùn cát. Lượng bùn cát được bồi ở tuyến luồng nạo vét sau 2 năm là 46.476 m³.

Với kết quả đánh giá tính toán sự bồi lấp do dòng chảy hải lưu sau 5 năm nạo vét cho thấy chưa cần phải tiến hành duy tu do độ sâu luồng tàu tính toán với tàu 300CV tối đa là -3m trong khi độ sâu nạo vét là -4,1m.

Kết quả này đưa ra dưới dạng mô hình dự báo, cần được kiểm chứng thông qua các kết quả quan trắc sự ổn định đường bờ trong thời gian nạo vét và ít nhất 2 năm sau nạo vét.

5. Kết luận, kiến nghị

Sử dụng mô hình thủy động lực và mô hình khuếch tán bùn cát lơ lửng với 29 mặt cắt để dự

báo biến động đáy sông, đường bờ khi nạo vét luồng khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão cửa biển Phan Rí, kết quả cho thấy:

Thời gian cần thiết để phục hồi bãi và sườn bờ ngầm là khoảng 34,4 ngày cho gió mùa Đông Bắc và khoảng 49,3 cho gió mùa Tây Nam. Lượng cát cần thiết để phục hồi bãi, đầu tiên lấy trực tiếp từ vùng lân cận, về sau sẽ lấy từ phía ngoài biển Phan Rí và thượng lưu sông Lũy.

Kết quả tính toán cũng cho thấy, ở ngay trước luồng nạo vét sẽ tạo ra một đới xói lở và bồi lắng mạnh, cần phải đưa ra các biện pháp giảm thiểu như: nạo vét theo từng lớp cát, không tập trung nạo vét tại một vị trí...

Tổng vận chuyển bùn cát vào mùa gió Tây Nam (13.941m³) bùn cát, lớn hơn tổng vận chuyển bùn cát vào mùa gió Đông Bắc (9.297m³) bùn cát khoảng 1,5 lần.

Lượng bùn cát được bồi ở tuyến luồng nạo vét trong 12 tháng là 23.238 m³, sau 2 năm tương ứng là 46.476 m³. Như vậy với kết quả tính toán đánh giá sự bồi lấp luồng tàu thì dự báo sau hơn 5 năm sau khi luồng chạy tàu đi vào khai thác mới phải tiến hành nạo vét.

Vấn đề vận chuyển trầm tích và biến động hình thái sông, cửa sông và đường bờ dù phát triển mạnh nhưng vẫn còn nhiều khó khăn khi áp dụng vào thực tiễn. Nghiên cứu này đã ứng dụng bộ mô hình MIKE nhằm phân tích xu thế xói lở và bồi lắng trên mỗi tương tác biển – lục địa khu vực cửa biển Phan Rí khi thực hiện nạo vét từ -1,5 đến - 4,1m để đáp ứng nhu cầu cho tàu thuyền công suất 300CV neo đậu tránh trú bão. Tuy nhiên, do điều kiện hạn chế về mặt thời gian và số liệu, nghiên cứu này chỉ xem xét và đánh giá được xu thế biến động địa hình ở các điều kiện khí hậu đặc trưng mà chưa tính toán đến các điều kiện thời tiết bất thường. Do vậy, để có thể đánh giá cụ thể và chi tiết biến động đáy sông đường bờ khu cửa biển Phan Rí cần xem xét đánh giá bổ sung những hạn chế trên trong các nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Biểu, Vũ Trường Sơn, Dương Văn Hải và nnk (2001), Địa chất khoáng sản biển nông ven bờ (0-30 m nước) Việt Nam tỷ lệ 1/500.000. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội, (2001).
- [2] Đề tài “Nghiên cứu biến động điều kiện địa hình tỉnh Bình Thuận giai đoạn 2005 – 2010 và dự báo đến 2015” của Viện Địa chất – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, năm 2008.
- [3] Van Rijn Leo C, Principles of Fluid Flow and Waves in Rives, Estuaries, Seas and Ocean. Aqua Publications, the Netherlands, 1989
- [4] Mike 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, Scientific Documentation, DHI Software (2005)
- [5] SMS Surface Water Modeling System – Tutorials Version 10.1. Brigham Young University – Environment Modeling Research Laboratory 03/2011
- [6] Bùi Tá Long, Mô hình hóa môi trường, tr 170-197, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh (2008).
- [7] Đinh Văn Ưu, Đoàn Văn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm, Ứng dụng mô hình chảy ba chiều (3D) nghiên cứu quá trình lan truyền chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ Quảng Ninh, tr 623-632, Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, Hà Nội, (2005).
- [8] A.M. prospathopoulos, A. Sotiropoulos, E. Chatziopoulos, C.H. Anagnostou, Cross-shore profile and coastline changes of a sandy beach in Pieria, Greece, based on measurements and numerical simulation, Mediterranean Marine Science, vol 5/1, (2004), 91-107.
- [9] Nguyễn Thế Tường, Sổ tay tra cứu các đặc trưng khí tượng thủy văn vùng thềm lục địa Việt Nam, tr 28-48, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, (2000).

Forecasting the Fluctuation of Riverbed and Shoreline While Dredging to through Flows in Anchoring Areas of Boats to Storm Shelter in Water front of Phan Ri

Ngo Tra Mai

Institute of Physics, Viet Nam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Vietnam

Abstract: The flow of boats in estuary area and waters in front of dock Phan Ri estuary, is prone sedimentation, causing difficulties for ships entering, going out and anchoring to avoid storm, especially large-capacity vessels. The article uses hydrodynamic model and sediment transport to calculate the forecasting of the fluctuation of river bed and shoreline of the dredged area, to through flows anchoring areas of boats to shelter from storms in water front of Phan Ri with 29 sections within the scope length of about 1.800m from inlet back to upstream of Luy River. Altitude dredged from -1.5 to -4,1m to meet the demand for ships with capacity 300 CV anchored to storm shelter. Results indicated: distance from the heart of ship lanes to 2 sides of embankment of about 30-40 meters is the frequent sedimentation area, about 50-200 meters from the sediment transport current and the accretion process virtually has no more impact; the quantity of sediment transported during the southwest monsoon is 13.941 m³, accounting for about 60% of total quantity of alluvial erosion in a year, northeast monsoon about 9.297m³; the time required to restore the beach and the underground shore slopes is about 34.4 days for the Northwest monsoon and about 49.3 days for Southwest monsoon; the quantity of sand sediment having been silted after two years is 46.476m³; after 5 years of dredging, it is necessary to maintain the ship lanes.

Keywords: Riverbed, shoreline, hydrodynamic model, diffusion model,...