

ẢNH HƯỞNG CỦA CHÂN VỊT TÀU THUYỀN TỚI SỰ XÁO TRỘN BÙN CÁT ĐÁY VÀ BỒI LẤP TRỞ LẠI LUỒNG TÀU

Nguyễn Văn Giáp¹, Nguyễn Trung Việt²

Tóm tắt: Khi tàu di chuyển, chân vịt tàu gây ra xáo trộn bùn cát và phân bố lại bùn cát trong phạm vi luồng tàu chạy gây nên bồi lấp trở lại luồng tàu, đặc biệt là tại các khu vực nước nông trên tuyến luồng. Quá trình vận chuyển bùn cát do chân vịt tàu có thể ảnh hưởng tới biến đổi địa hình đáy và trầm tích lơ lửng. Theo các kết quả nghiên cứu về dòng phù sa lơ lửng do hoạt động của chân vịt tàu cho thấy khối lượng bồi lấp trở lại luồng tàu do hoạt động của tàu thuyền là rất đáng kể và số liệu này cần được xem xét khi dự báo, theo dõi và lập kế hoạch duy tu nạo vét luồng hàng năm.

Từ khóa: Cửa Lấp, mô hình EFDC, chân vịt tàu, vận chuyển bùn cát, bồi lấp trở lại.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

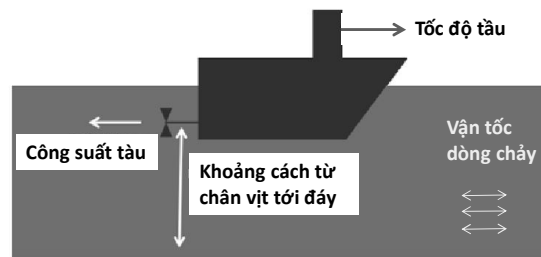
Các nghiên cứu thực nghiệm và thí nghiệm đã cho thấy rằng khi tàu di chuyển trong sông thì vận tốc do hoạt động của chân vịt sẽ tác động lên lớp bùn cát đáy khiến chúng bị di chuyển rồi sau đó lắng đọng lại tùy thuộc vào chế độ thủy động lực học của sông. Tàu có công suất càng lớn thì ảnh hưởng của chân vịt càng nhiều. Một ảnh hưởng khác khi tàu di chuyển là nó sẽ tạo ra một hệ thống sóng thứ cấp từ hai bên mạn tàu, các sóng này sẽ lan truyền vào khu vực ven bờ và có thể gây ra hiện tượng sạt lở bờ. Nhưng nghiên cứu này sẽ tập trung chính vào ảnh hưởng của chân vịt tàu đến quá trình vận chuyển bùn cát đáy trên tuyến luồng bằng cách phát triển mô hình thực nghiệm của Maynard (Maynard và Stephen, 2000) kết hợp với mô hình thủy động lực học 3 chiều mã nguồn mở EFDC. Kết quả đã chỉ ra rằng ảnh hưởng của chân vịt tàu tại khu vực Cửa Lấp là khá đáng kể. Lượng bùn cát tổng cộng do dòng chảy và do tàu đã được đưa ra, kết quả này có ý nghĩa trong việc nghiên cứu lập kế hoạch duy tu, nạo vét luồng trong tương lai.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÂN VỊT TÀU THUYỀN TỚI HIỆN TƯỢNG BỒI LẤP TRỞ LẠI LUỒNG TÀU

¹ Kiểm toán Nhà nước.

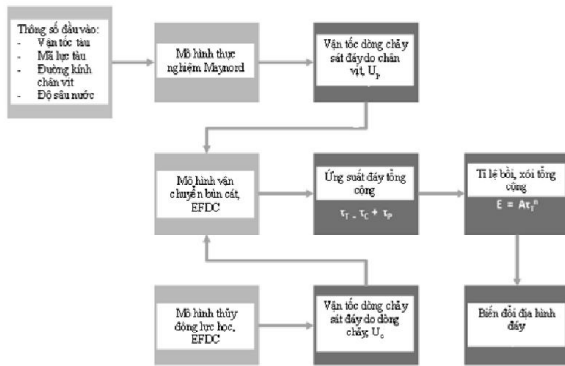
² Trường Cao đẳng Công nghệ Kinh tế và Thủy lợi miền Trung.

Khi tàu di chuyển trên sông, các yếu tố chính ảnh hưởng tới quá trình vận chuyển bùn cát do tàu tàu có thể kể đến là: Kích thước tàu: Chiều dài, đường kính chân vịt và công suất tàu; Vị trí tàu chạy trên tuyến luồng hay nói cách khác là độ sâu khi tàu chạy; Điều kiện thủy động lực của môi trường khi bùn cát bắt đầu dịch chuyển: Vận tốc dòng chảy sông, tàu chạy ngược dòng hay xuôi dòng; Đặc trưng bùn cát của tuyến luồng: Cát thô, cát mịn, bùn... (Hình 1) (Nguyễn Ngọc Huệ và Nguyễn Anh Tuấn, 2014).



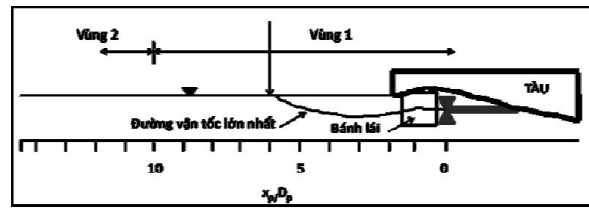
Hình 1. Các yếu tố ảnh hưởng tới vận chuyển bùn cát do chân vịt

Hiện tượng xáo trộn bùn cát càng lớn trong trường hợp luồng nông, tải trọng tàu lớn và mật độ giao thông cao. Hình 2 là sơ đồ tổng quát nhất về quá trình tính toán sa bồi do cả các yếu tố thủy động lực học môi trường có tính thêm ảnh hưởng của chân vịt trong quá trình tàu di chuyển. Tỷ lệ vận chuyển bùn cát hay nói cách khác là tỉ lệ sa bồi trong sông là tổng của hai yếu tố trên.



Hình 2. Mô tả quá trình tính toán sa bồi do dòng chảy và do tàu gây ra

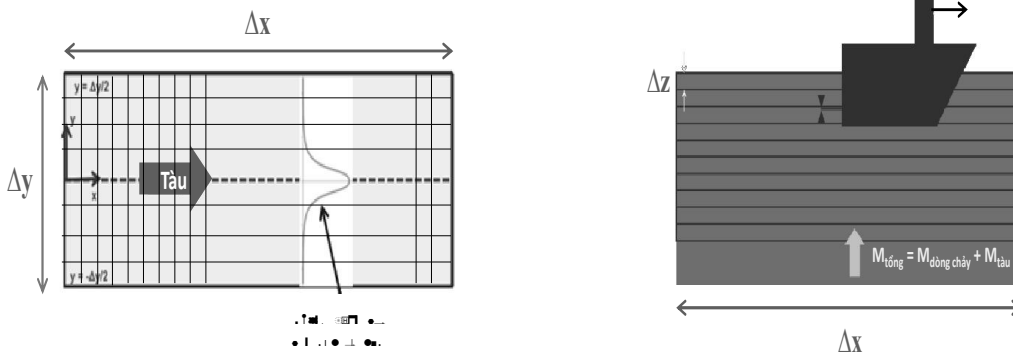
Cho đến nay đã có một số tác giả nghiên cứu tính toán lượng sa bồi do tác động của chân vịt tàu. Tuy nhiên, mô hình thực nghiệm của Maynard (Maynard và Stephen, 2000) có thể được coi là mô hình tính toán hiệu quả nhất, mô hình này tính đến các thông số kỹ thuật quan trọng của tàu thủy bao gồm chiều dài, chiều rộng, mớn nước, kích thước và độ sâu của chân vịt, khoảng cách giữa các chân vịt của động cơ kép; vận tốc và công suất của tàu và độ sâu của luồng tại hai vùng khác nhau phía sau tàu (Hình 3). Chi tiết về mô hình này có thể xem thêm ở Maynard (Maynard và Stephen, 2000) và Nguyễn Ngọc Huệ (Nguyễn Ngọc Huệ và Nguyễn Anh Tuấn, 2014).



Hình 3. Định nghĩa vùng 1 và vùng 2 cho phân bố vận tốc sau tàu

Mô hình vận chuyển bùn cát do tàu Maynard (Maynard và Stephen, 2000) được tác giả phát triển thành một mô đun tính ảnh hưởng của chân vịt tàu thuyền lúc di chuyển tới bồi lấp trở lại luồng tàu, kết hợp với mô hình thủy động lực học môi trường 3 chiều EFDC để tính toán vận tốc tổng cộng, ứng suất đáy tổng cộng, cũng như tỉ lệ vận chuyển bùn cát tổng cộng rồi cuối cùng là biến đổi đáy tổng cộng trong phạm vi luồng tàu chạy, cụ thể như sau:

Mô hình tàu là mô hình lưới cong theo cả thời gian và không gian, một ô lưới ở mô hình thủy lực sẽ được chia nhỏ hơn để có thể tính đến kích thước của tàu (Hình 4), nếu lưới được chia càng nhỏ thì càng tốt nhưng thông thường lưới nhỏ cỡ 1mx1m là đảm bảo độ chính xác và thời gian tính toán. Áp dụng mô hình Maynard (Maynard và Stephen, 2000) để tính toán tỉ lệ vận chuyển bùn cát đáy tại từng vị trí tàu chạy. Tỉ lệ vận chuyển bùn cát tổng cộng của ô lưới to sẽ bằng tổng của các ô lưới nhỏ do tàu cộng với tỉ lệ vận chuyển bùn cát do dòng chảy gây ra trong ô lưới đó.



Hình 4. Chia lưới con cho tàu trong mô hình thủy lực (Δx, Δy là kích thước ô lưới mô hình thủy lực)

Các bước thực hiện được tóm tắt như sau:

- Bước 1: Tính vận tốc nước gây ra do tàu V_p

- Bước 2: Tính ứng suất đáy theo công thức

$$\tau(t) = \rho_w C_f V^2(t)$$

- Bước 3: Tính tỉ lệ xói theo công thức

$$\varepsilon(t) = a\tau^n$$

- Bước 4: Tính lượng vận chuyển bùn cát tổng cộng do tàu tại vị trí (x,y) trong bước thời gian của mô hình thủy lực (Δt):

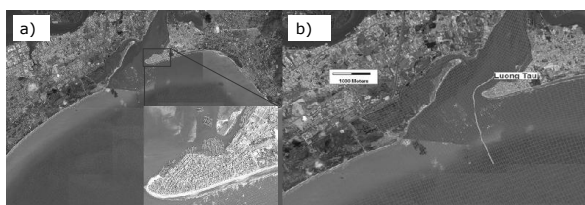
$$M_e(x,y) = \int e(t) dt, \quad t = 0, \quad \Delta t$$

- Bước 5: Cộng giá trị vận chuyển bùn cát do tàu với bùn cát do dòng chảy tại vị trí (x,y).

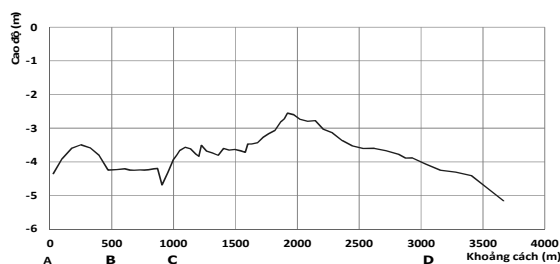
$$M_{\text{tổng}}(x,y) = M_{\text{dòng chảy}}(x,y) + M_{\text{tàu}}(x,y)$$

3. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÂN VỊT TÀU THUYỀN TỚI ỨNG SUẤT ĐÁY VÀ NỒNG ĐỘ Bùn CÁT LỞ LŨNG KHU VỰC CỬA LẬP

Ngày 09/8/2011, Thủ tướng Chính phủ có quyết định số 1349/QĐ-TTg về việc phê duyệt điều chỉnh khu neo đậu tránh trú bão cho tàu cá đến năm 2020, định hướng đến năm 2030, theo quyết định của Thủ Tướng Chính phủ, khu vực tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu có 5 khu neo đậu tránh trú bão, trong đó khu neo đậu Cửa Lập (Phước Tỉnh, huyện Long Điền) là khu neo đậu cấp vùng, kết hợp cảng cá, có quy mô neo đậu được 1200 chiếc, công suất tàu 300CV, dự kiến có tàu 1100CV neo đậu. Hình 5 cho thấy mật độ tàu thuyền vào ra khu vực Cửa Lập là rất lớn. Do vậy, nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của tàu trong việc biến đổi lòng dẫn luồng lạch là hết sức có ý nghĩa (Nguyễn Văn Giáp và các cộng sự 2014).



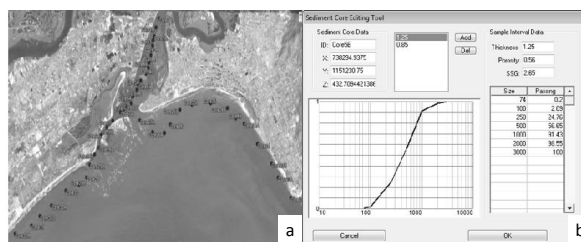
Hình 5. Vị trí neo đậu tàu thuyền (a) và tuyến luồng tàu vào cảng Phước Tỉnh (b)



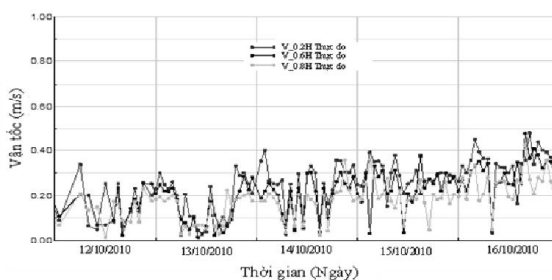
Hình 6. Cắt dọc địa hình đáy luồng tàu

Bảng 1. Thống kê các thông số tàu điển hình trong khu vực Cửa Lập

Công suất tàu (CV)	Dài (m)	Rộng (m)	Mớn nước (m)	Đ.kính chân vịt (cm)	Lưu lượng tàu (tàu/ngày)
300	18	4,8	2,0	70	600
700	26	8,0	2,4	100	100
1100	35	8,0	2,8	110	80 (dự kiến)



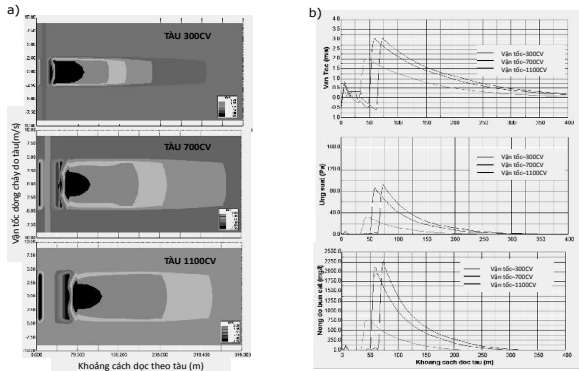
Hình 7. Vị trí lấy mẫu bùn cát (a) và kết quả phân tích thành phần hạt (b) khu vực Cửa Lập



Hình 8. Vận tốc thực đo tại trạm Cửa Lập

Áp dụng mô đun tính ảnh hưởng của chân vịt tàu thuyền lúc di chuyển để mô phỏng ảnh hưởng của chân vịt cho 3 loại tàu trên, mặt cắt

địa hình dọc theo luồng tàu được thể hiện ở Hình 6. Kết quả mô phỏng trường vận tốc tương ứng với 3 thông số tàu điển hình trong khu vực được thể hiện ở Hình 9a. Đây là trường vận tốc khi tàu đi từ biển về cảng (tức là ngược chiều với vận tốc dòng chảy sông). Vận tốc lớn nhất tại vị trí chân vịt tại đuôi tàu và giảm dần dọc theo phía sau của tàu và hai bên thân tàu. Công suất tàu càng lớn thì độ lớn của vận tốc và phạm vi ảnh hưởng của tàu càng mạnh.



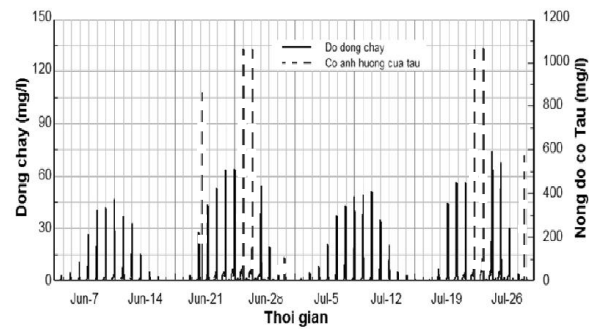
Hình 9. Vận tốc, ứng suất và nồng độ bùn cát do tàu: a) Trường vận tốc; b) Mặt cắt vận tốc dòng chảy, ứng suất đáy và nồng độ bùn cát lơ lửng tại vị trí 1m từ tim tàu

Hình 9b là kết quả trích xuất mặt cắt vận tốc dòng chảy, ứng suất đáy và nồng độ bùn cát lơ lửng tại vị trí 1m tính từ tim tàu tương ứng với 3 loại tàu điển hình chạy trên cùng một độ sâu nước giống nhau là 3m. Rõ ràng thấy rằng tàu có công suất lớn thì tỉ lệ bùn cát vận chuyển sẽ lớn hơn. Tàu có công suất 700CV và 1100CV khi chạy sẽ tạo ra trường vận tốc lớn nhất cỡ 3m/s. Nồng độ bùn cát lơ lửng do hai loại tàu này tại vị trí cách tim một mét khi chạy là cỡ khoảng 2250 mg/l.

Hình 10 là kết quả mô phỏng nồng độ bùn cát lơ lửng tại một vị trí nằm trên tuyến luồng tàu theo thời gian. Đường màu xanh là nồng độ bùn cát lơ lửng do riêng dòng chảy gây ra và đường màu đỏ là nồng độ bùn cát lơ lửng tổng cộng khi có tàu đi qua ô lưới này trong một vài thời điểm tháng 6 và tháng 7 năm 2013.

Bảng 2. Ảnh hưởng của chân vịt theo độ sâu chạy tàu

Công suất (CV)	Độ sâu (m)	Vận tốc lớn nhất (m/s)	Ứng suất lớn nhất (Pa)	Nồng độ bùn cát lơ lửng lớn nhất (mg/l)
300	2	2,11	472,2	12685,9
300	4	1,22	29,4	538,9
300	5	1,06	8,6	98,1
300	6	0,41	2,1	48,2
700	4	2,81	77,8	842,2
700	5	1,81	16,5	364,6
700	6	0,91	5,1	81,5
700	7	0,42	1,3	11,3
1100	4	2,65	121,5	1118,7
1100	5	1,86	20,8	391,4
1100	6	1,12	4,9	54,7
1100	7	0,57	1,6	25,2



Hình 10. Mô phỏng nồng độ bùn cát lơ lửng khi có tàu và không có tàu chạy qua

4. KẾT LUẬN

Chân vịt tàu thuyền lúc di chuyển gây ra xáo trộn bùn cát và phân bố trở lại trong phạm vi luồng tàu chạy gây nên bồi lấp cục bộ luồng tàu. Bằng việc phát triển thêm mô đun tính ảnh hưởng của chân vịt tàu thuyền lúc di chuyển tới bồi lấp trở lại luồng tàu cho mô hình thủy động lực môi trường 3 chiều EFDC, tác giả đã tính toán và đánh giá ảnh hưởng của chân vịt tàu thuyền lúc di chuyển tới vận tốc dòng chảy và nồng độ bùn cát lơ lửng trên luồng tàu khi vực

Cửa Lấp, qua đó cho thấy đối với tàu công suất 300CV khi dòng chảy đạt độ sâu chạy tàu từ 3m đến 4m thì ảnh hưởng của chân vịt tàu thuyền tới ứng suất đáy và nồng độ bùn cát giảm đi đáng kể. Đối với tàu có công suất 1100CV, khi độ sâu chạy tàu đạt giá trị trên 4m thì ứng suất đáy và nồng độ bùn cát do chân vịt tàu gây ra cũng giảm đi rõ rệt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyen Van Giap, Truong Van Bon, Vu Van Ngoc and Nguyen Trung Viet (2014). "*Causes and Engineering Solutions for Stabilising of Bed River Channel and Waterway Navigation in Lap Estuary of Ba Ria - Vung Tau Province*". Proceedings of the 19th IAHR-APD, 21-24 September 2014, HaNoi, Vietnam.

Nguyễn Ngọc Huệ, Nguyễn Anh Tuấn (2014). "*Mô hình toán về dòng phù sa lơ lửng do hoạt động của chân vịt tàu biển,*" Tạp chí GTVT.

Maynard and Stephen (2000). "*Physical Forces Near Commercial Tows*".

Abstract:

EFFECTS OF SHIP PROPELLER TO DISTURBANCE AND REDISTRIBUTION SEDIMENT ON SHIP NAVIGATION CHANNEL

When the vessels transport in a river, propeller cause disturbance of sediment and redistribution within waterway that might block the vessel navigation, especially in the shallow waterdepth areas. The process of sediment transport by ship propellers can affect either bottom topography change or suspended sediment. According to the research results, these amount of transported sediment volumes are significant; it is therefore needed to study for the waterway channel management, and maintenance as well as planning for annual dredging.

Keywords: Cua Lap Estuary, EFDC model, ship propeller, propwash, resuspension sediment.

BBT nhận bài: 09/8/2015

Phản biện xong: 17/9/2015