

**DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG ĐÁY BIỂN, ĐƯỜNG BỜ TỪ HOẠT ĐỘNG CỦA DỰ ÁN “ NẠO VẾT, KHƠI THÔNG LUỒNG HÀNG HẢI KHU KINH TẾ VÂN PHONG, KẾT HỢP TẬN THU CÁT NHIỆM MẶN ĐỂ XUẤT KHẨU”**

Ngô Trà Mai<sup>1</sup>, Bùi Quốc Lập<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Bài báo đề cập đến vấn đề biến động đáy biển, đường bờ của quá trình nạo vét, khơi thông luồng hàng hải Khu kinh tế Vân Phong trên phạm vi 12,28km. Mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát đã được sử dụng để tính toán thông qua 7 mặt cắt. Kết quả chỉ ra: vùng xói mòn mạnh nhất trong điều kiện tự nhiên là khoảng 300m cách bờ; theo phương án nạo vét thiết kế nguy cơ xói mòn và sụp lở mái dốc là khó xảy ra; thời gian cần thiết để phục hồi nền đáy ứng với thời gian gió mùa Đông Bắc là khoảng 81,2 ngày và Tây Nam là 122,2 ngày.

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

**1. MỞ ĐẦU**

Khu kinh tế Vân Phong phía Đông Bắc tỉnh Khánh Hòa có vịnh Vân Phong với 41.000 ha mặt nước.

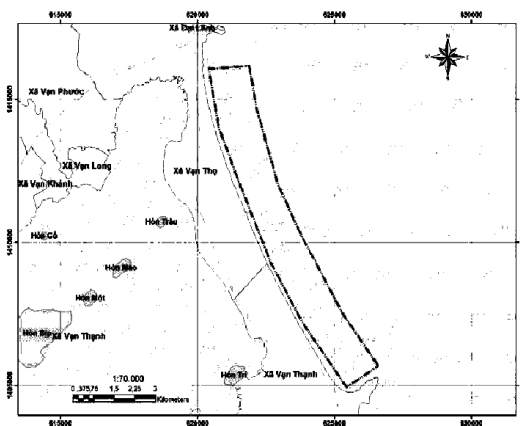
Ngày 28/8/2013, UBND tỉnh Khánh Hòa đã có công văn số 4906/UBND-KT đồng ý cho Công ty CP Phúc Sơn triển khai Dự án “Nạo vét, khơi thông luồng hàng hải Khu Kinh tế Vân Phong, kết hợp tận thu cát nhiễm mặn để xuất khẩu”. Quá trình hoạt động, Dự án có thể gây ra biến động về địa hình, địa chất khu vực. Dự báo biến động đáy biển, đường bờ được thực hiện

thông qua mô hình thủy động lực và mô hình khuếch tán bùn cát lơ lửng với 7 mặt cắt trên phạm vi 12,28km. Kết quả tính toán được làm cơ sở để xây dựng kế hoạch nạo vét với các phương án giảm thiểu đi kèm.

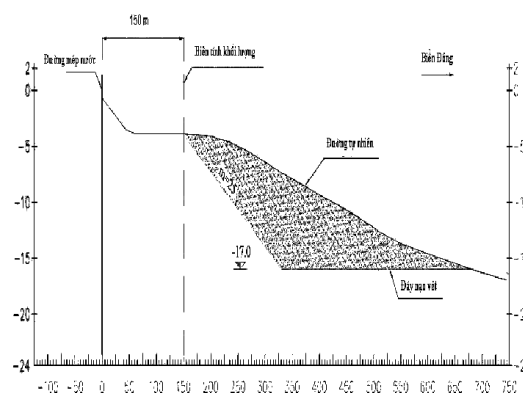
**2. HOẠT ĐỘNG NẠO VẾT CỦA DỰ ÁN**

**2.1. Phạm vi nạo vét**

Kết quả khảo sát địa hình: phạm vi đo đạc 1.200ha, trải dài 12,28km với độ dốc bãi biển gần bờ 1/20 - 1/45 đây là khu vực bờ biển thẳng với địa hình đáy biển khá đồng đều, cao độ đáy biển từ -0,2m đến -19,4m (hình 1,2) (Bùi Tá Long, 2008).



Hình 1. Phạm vi khảo sát, đánh giá trữ lượng



Hình 2. Mặt cắt ngang điển hình nạo vét

Kết quả khảo sát địa chất 50 điểm dọc bờ biển cho thấy từ mặt đất đến cao độ -18,00m

đều là cát: màu xám, kết cấu từ kém chặt đến chặt vừa, kích cỡ từ hạt nhỏ đến hạt thô (Công ty CP Phúc Sơn, 2013).

Trữ lượng cát tại khu vực: tổng khối lượng nạo vét tính toán trên cơ sở 7 lưới ô vuông (30m x 30m) là: 21,218,572.29 m<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Viện Vật lý – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

<sup>2</sup> Trường Đại học Thủy Lợi.

## 2.2. Phương pháp nạo vét

Sau khi định vị tuyến luồng tổ chức cho các tàu hút bọng công suất 5.555 m<sup>3</sup>/tàu/ngày. Tiến hành nạo vét theo từng luồng và khu nước. Cát sau khi hút được vận chuyển theo luồng đến khu vực neo đậu của tàu thu mua cát và bơm trực tiếp lên tàu. Dự án chia thành 9 khu vực nạo vét:

Năm 2014 - 2015: Khu vực 1, khai thác khoảng 8 triệu m<sup>3</sup>.

Năm 2016 - 2022 nạo vét các khu 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, khai thác khoảng 4,25 triệu m<sup>3</sup>/năm.

Năm 2023 nạo vét khu vực còn lại. Khai thác khoảng 4,0 triệu m<sup>3</sup>.

Sau khi nạo vét tiến hành giám sát sạt lở đường bờ, sự phục hồi đáy biển, địa hình đáy tại và đo vẽ lại địa hình đáy tần suất 2 lần/năm, tiến hành trong 2 năm sau nạo vét.

## 3. LỰA CHỌN MÔ HÌNH MÔ PHỎNG VÀ TÓM TẮT NỘI DUNG TÍNH TOÁN

### 3.1. Lựa chọn mô hình mô phỏng

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.

Trong Dự án sử dụng 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 bao gồm các mô đun sau: Hydrodynamic (HD); Transport (TR); ECO Lab (EL); Mud Transport (MT); Sand Transport (ST):

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 miền Trung và Nam Trung Bộ).

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

Mô hình vận chuyển bồi tích nhằm đánh giá khả năng vận chuyển và lắng đọng vật liệu dựa trên sự tích hợp của mô hình khuếch tán, vận chuyển vật liệu với mô hình thủy động lực. Mô hình thỏa mãn một số yêu cầu sau (Đình Văn Ưu, Đoàn Văn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm

Hoàng Lâm, 2005; Nguyễn Biểu, Vũ Trường Sơn, Dương Văn Hải, 2001; Nguyễn Thế Tường, 2000).

Cung cấp chi tiết các thay đổi của tính chất nước và ảnh hưởng đến hàm lượng vật lơ lửng theo độ sâu.

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 đầy thông qua công thức Van Rijn (1993).

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

#### a. 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 thoải mãn điều kiện Courant – Friedrich – Lewy nhỏ hơn 1 (Nguyễn Thế Tường, 2000).

b. Xác lập các điều kiện biên (Nguyễn Thế Tường, 2000):

Điều kiện biên ban đầu: Sử dụng bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu tỉ lệ 1.5000

Điều kiện biên trên: lưu lượng dòng chảy trên sông Đà Rằng, sử dụng số liệu lưu lượng dòng chảy tại trạm đo thủy văn Cùng Sơn (2003 – 2013)

Điều kiện biên dưới: sử dụng số liệu đo mực nước tại trạm Cùng Sơn (2003 – 2013).

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 Tuy Hòa, Nha Trang từ năm 2003 - 2013 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 Cùng Sơn (2003 - 2013) và đưa về chiều cao sóng theo từng hướng.

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

c. 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 (A.M. prospathopoulos, A. Sotiropoulos, E. Chatziopoulos, 2004).

*d. Các tham số thủy động lực liên quan đến việc tính toán suất vận chuyển vật liệu (Đinh Văn Ưu, Đoàn Văn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm, 2005; Nguyễn Biểu, Vũ Trường Sơn, Dương Văn Hải, 2001; Nguyễn Thế Tường, 2000):*

Mật độ ( $\rho$ ) và độ nhớt động lực ( $\eta$ ) 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 Soulby, 1997, phụ thuộc vào độ nhớt động học ( $\eta/\rho$ ), đường kính giữa (Median diameter – D50) và mật độ vật liệu.

Vận tốc trượt tới hạn được tính theo công thức Van Rjin, 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.

*e. Công thức thực nghiệm xác định suất vận chuyển vật liệu bờ rời và vật liệu kết dính (Nguyễn Biểu, Vũ Trường Sơn, Dương Văn Hải, 2001; Nguyễn Thế Tường, 2000):*

Đối với vật liệu bờ rời: sử dụng công thức Van Rjin, 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 Rjin, 1997.

*f. 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 đối đồng 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 7 mặt cắt thẳng góc với bờ.

### **3.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình**

#### *a. Hiệu chỉnh mô hình*

Mực nước, lưu lượng, sóng, sử dụng số liệu thực đo tại trạm thủy văn Củng Sơn để hiệu chỉnh mô hình theo 02 mùa; gió mùa Đông Bắc hiệu chỉnh từ 15/11/2003 - 22/11/2003 và gió mùa Tây Nam từ 05/07/2003 - 12/07/2003.

Gió sử dụng số liệu thực đo tại trạm Tuy Hòa, Nha Trang theo 02 mùa gió: Đông Bắc từ 15/11/2003 - 22/11/2003 và Tây Nam từ ngày 05/07/2003 - 12/07/2003, với tần suất đo là 6 tiếng một lần trong ngày.

*b. Kiểm định mô hình: sử dụng chuỗi số liệu thực đo năm 2009 tại các trạm*

Mực nước, lưu lượng, sóng, sử dụng số liệu thực đo tại trạm thủy văn Củng Sơn để kiểm định mô hình theo 02 mùa gió mùa Đông Bắc từ 15/12/2009 - 22/12/2009 và Tây Nam từ 01/07/ 2009 - 08/07/2009.

Gió sử dụng số liệu thực đo tại trạm Tuy Hòa, Nha Trang theo 02 mùa gió Đông Bắc từ 15/12/2009 - 22/12/2009 và Tây Nam từ ngày 01/07/ 2009 - 08/07/2009, tần suất là 6 tiếng một lần trong ngày.

Kết quả kiểm định mô hình cho thấy hệ số tương quan  $R = 0,8$  đảm bảo lớn hơn sai số cho phép và bộ thông số mô hình được thiết lập để phục vụ cho tính toán.

#### **3.4. Các trường hợp mô phỏng trong mô hình**

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Đông Bắc ở điều kiện tự nhiên (trước nạo vét)

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Tây Nam ở điều kiện tự nhiên (trước nạo vét)

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Đông Bắc (sau khi nạo vét)

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Tây Nam (sau khi nạo vét)

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu dưới tác động của bão ở điều kiện tự nhiên (trước nạo vét)

Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu dưới tác động của bão (sau khi nạo vét)

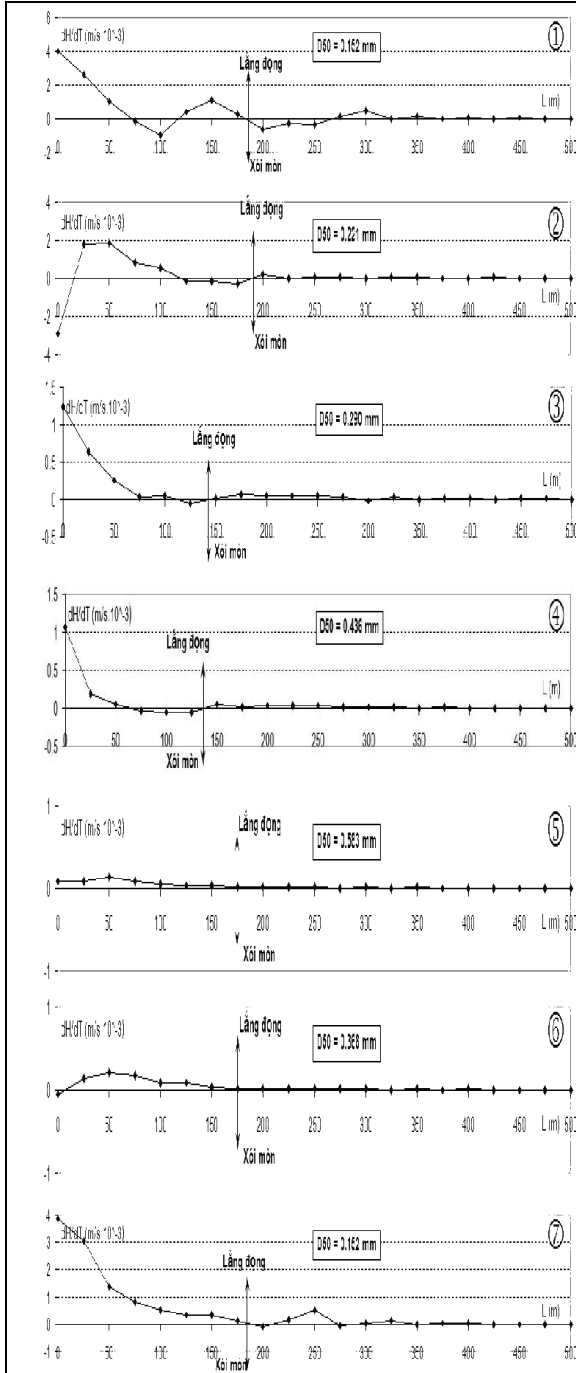
### **4. THẢO LUẬN KẾT QUẢ TÍNH TOÁN BIẾN ĐỘNG ĐÁY BIỂN, ĐƯỜNG BỜ**

Điều kiện địa hình đáy biển khu vực nạo vét thoả với độ dốc trung bình  $0.2^\circ - 0.5^\circ$  và phần

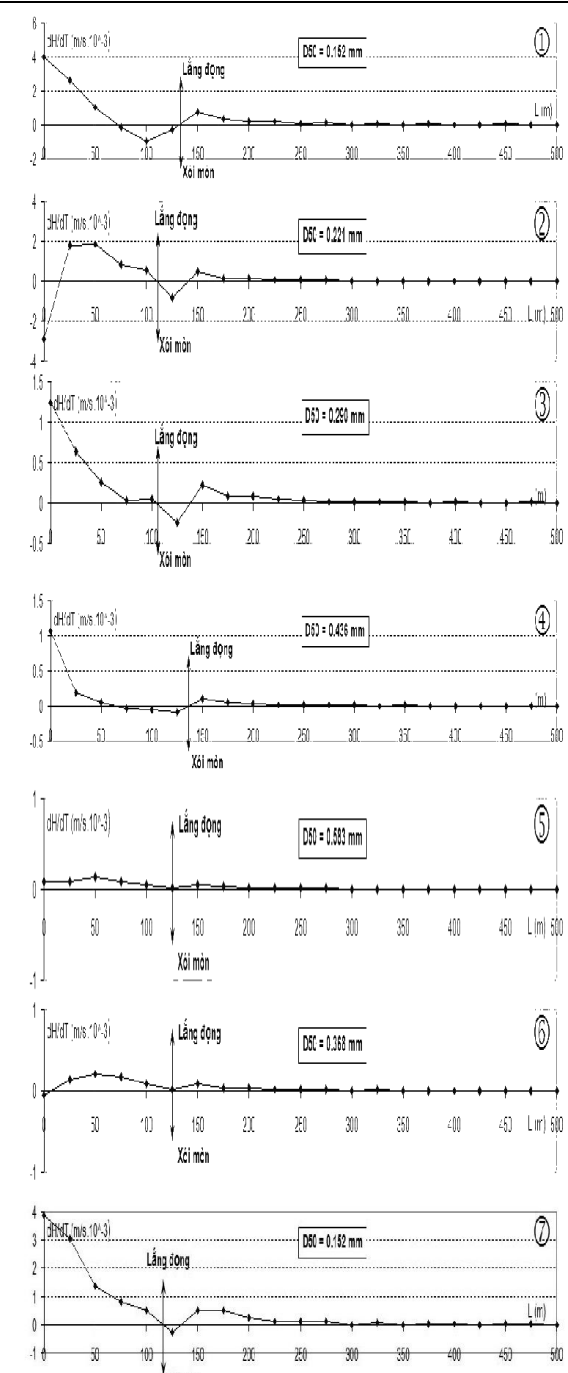
đất liền ven biển kế cận khu vực Dự án có dạng doi cát nổi đảo, cao trung bình 3m, (so với mực nước biển).

Cao độ địa hình tại khu vực sau khi nạo vét sẽ có thay đổi. Tính ổn định đường bờ bị đe dọa do tăng tốc độ dòng ngang hướng bờ. Sử dụng

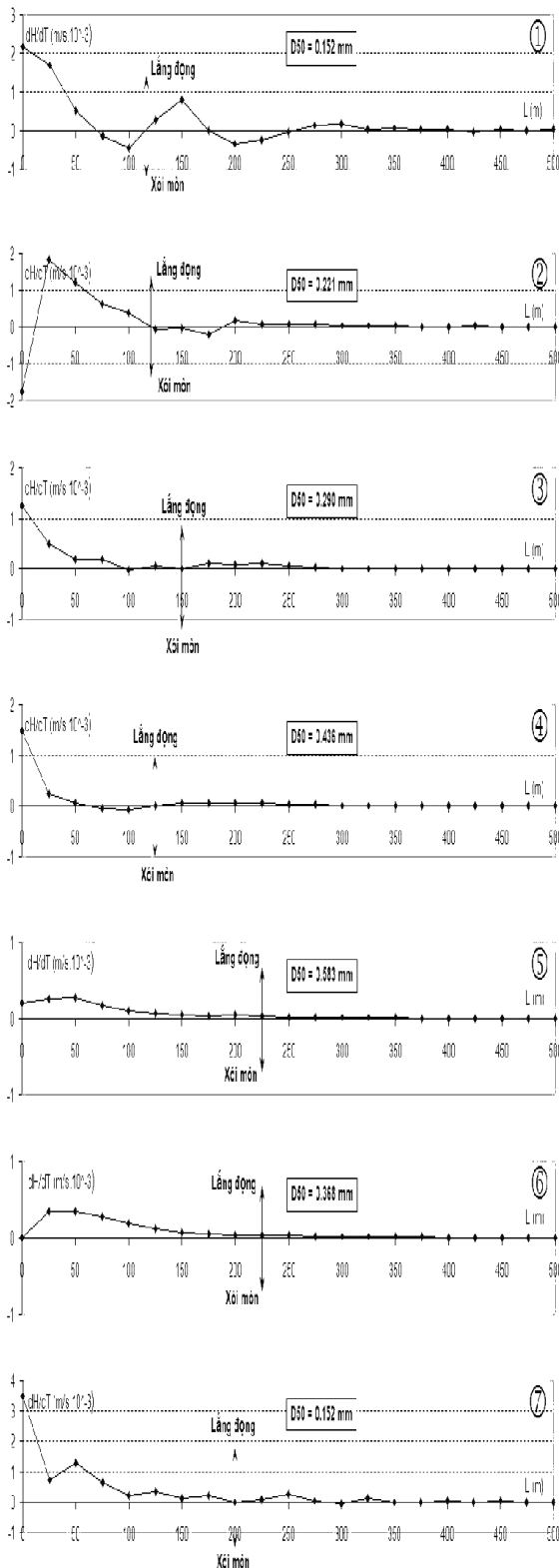
kết quả mô hình động lực, tính toán mức độ xói lở – bồi lắng và đánh giá khả năng phục hồi sườn bờ ngầm trước và sau khi nạo vét, trong hai mùa thông qua 7 mặt cắt. Kết quả mô phỏng mức độ xói lở - bồi lắng trong thời gian 2014 – 2023 được thể hiện chi tiết ở các hình sau:



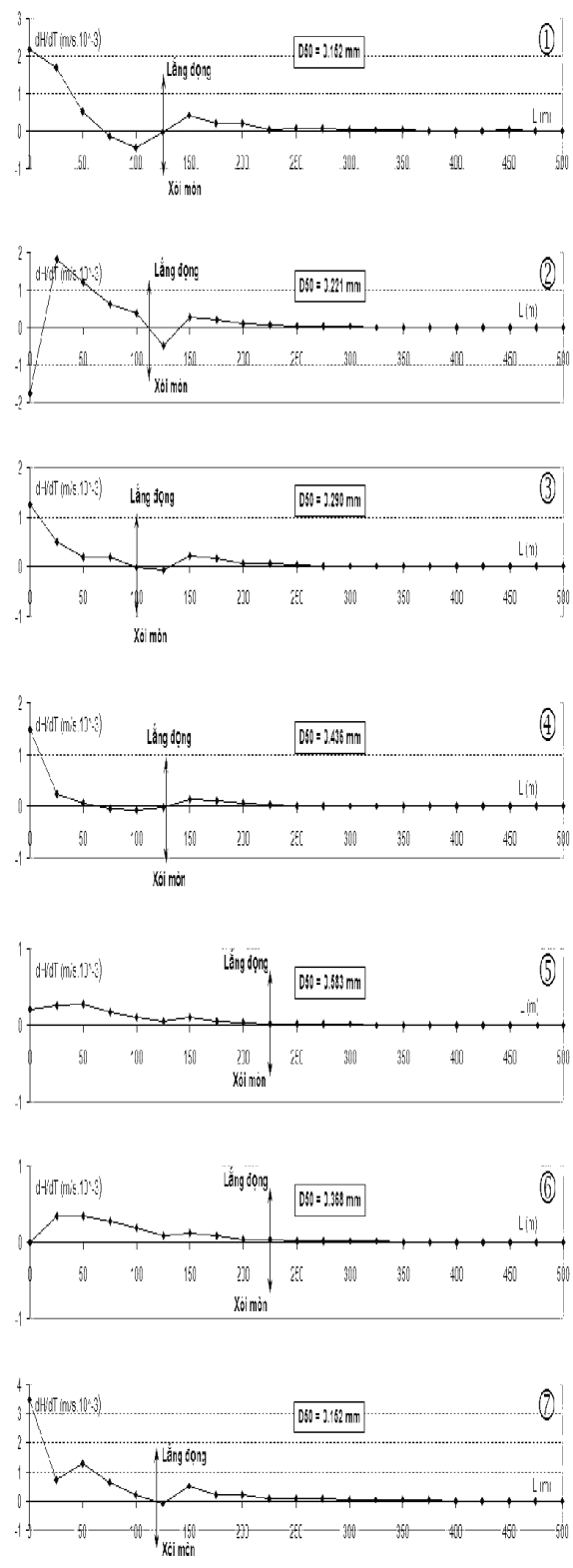
Hình 3. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Đông Bắc ở điều kiện tự nhiên (trước nạo vét) (2003 - 2013)



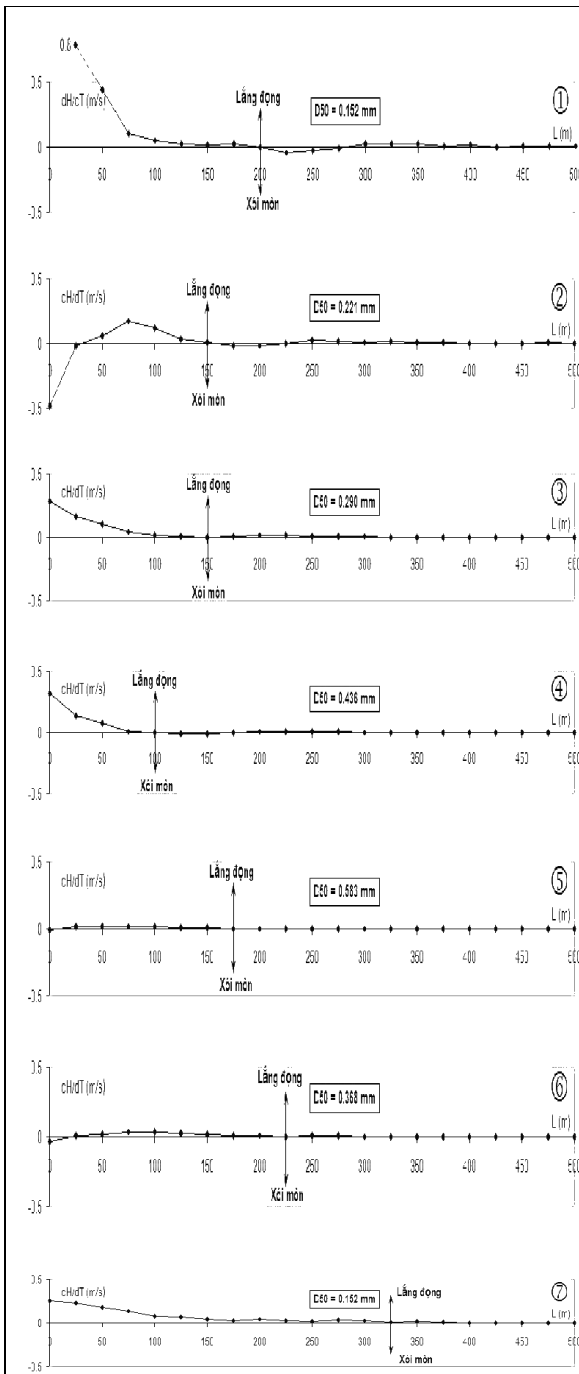
Hình 4. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Tây Nam ở điều kiện tự nhiên (trước nạo vét) (2003 - 2013)



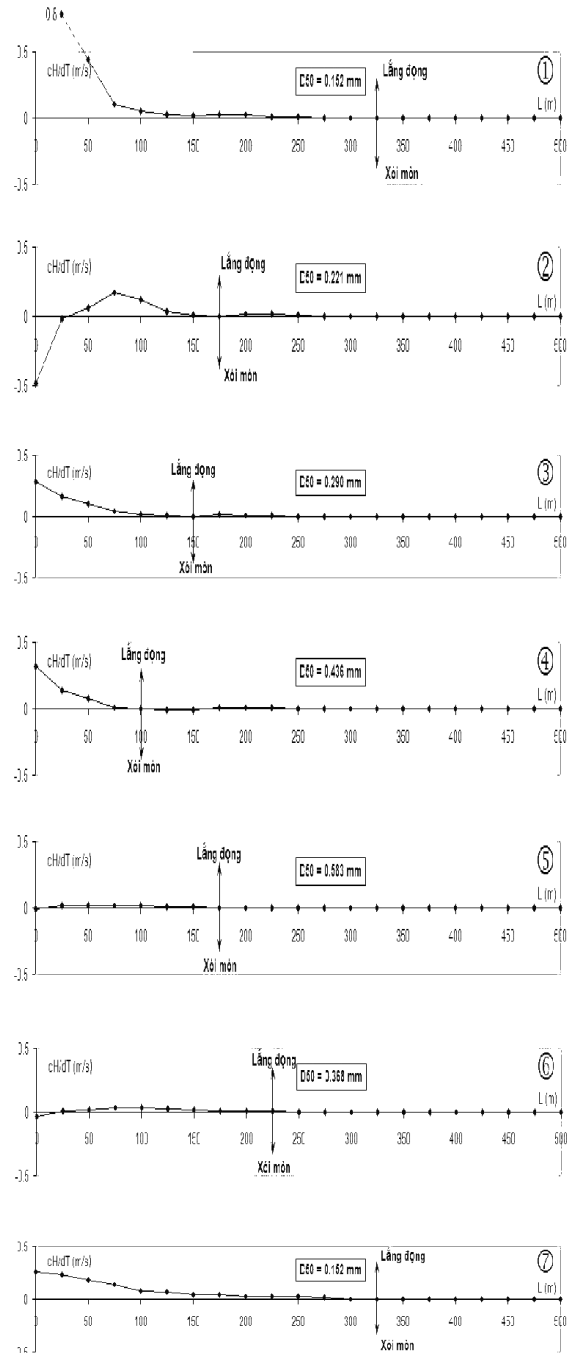
Hình 5. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Đông Bắc sau nạn vét (2023 - 2024)



Hình 6. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu vào mùa gió Tây Nam sau nạn vét (2023 - 2024)



Hình 7. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu dưới tác động của bão ở điều kiện tự nhiên (trước nạn vệt) (2003 – 2013)



Hình 8. Dự báo mức độ xói mòn – bồi lắng vật liệu dưới tác động của bão ở điều kiện tự nhiên (sau nạn vệt) (2023 - 2024)

Các kết quả tính toán cho thấy:

Trong điều kiện tự nhiên (chưa có tác động nạn vệt) quá trình xói mòn – bồi tụ chỉ xảy ra mạnh ở trong khoảng 300m cách bờ, độ sâu tới

hạn còn xuất hiện vận chuyển vật liệu có thể đến -6,5m. Dưới độ sâu này hầu như không còn vận chuyển vật liệu và quá trình xói mòn – bồi lấp ít tác động.

Vùng xói mòn mạnh nhất xuất hiện cách bờ khoảng 125m, ở độ sâu dao động trong khoảng 2,4 – 3,2m, và hình thành nên rãnh cát chạy song song với bờ.

Với phương án nạo vét theo thiết kế: Đỉnh mái dốc nạo vét cách đường mép nước 150m, đáy nạo vét –17m; mái dốc  $m = 25$ , các nguy cơ xói mòn và sụp lở mái dốc hầu như khó xảy ra, thời gian phục hồi bãi và sùan bờ ngầm tương đối nhanh.

Với phương án thi công như vừa nêu, ngay cả tác động của bão lớn, nguy cơ xói mòn và sụp lở mái dốc hầu như khó xảy ra.

Kết quả tính toán và dự báo khả năng phục hồi bãi và sùan bờ: với lượng cát khoảng 27.775 m<sup>3</sup>/ngày, thời gian cần hồi phục nền đáy cho gió mùa Đông Bắc khoảng 81,2 ngày và cho gió mùa Tây Nam là khoảng 122,2 ngày. Lượng cát cần thiết để phục hồi bãi, đầu tiên lấy trực tiếp từ vùng lân cận trong vùng Dự án, nhưng càng về sau sẽ lấy từ biên ngoài của các bãi cát tích tụ thuộc khu vực phía ngoài đèo Cỏ Mã (vào mùa gió Đông Bắc) và phía ngoài Hòn Ngang (vào mùa gió Tây Nam). Một lượng cát khác sẽ được cung cấp hàng năm từ nguồn vật liệu cát ở các cửa sông Đà Rằng – Đà Nông.

Với thời gian phục hồi như vậy, biến đổi độ dốc có khả năng tạo ra tăng đột biến tốc độ dòng chảy ngang là hạn chế. Tác động gây mất ổn định đường bờ do hậu quả của nạo vét là không đáng kể.

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.

Tuy nhiên, do việc dự báo được lựa chọn với số liệu đầu vào là vật liệu nạo vét là cát - chưa phải là số liệu khoan địa tầng chi tiết và điều kiện thời tiết cực đoan mới xét chỉ xét đến bão nên việc quan trắc biến động đường bờ cũng

như diễn biến quá trình bồi lắng vật liệu cần được thực hiện thường xuyên tại khu vực nạo vét và tại khu vực các đối tượng chịu tác động (các rạn san hô, thảm cỏ biển gần nhất) để điều chỉnh kịp thời hoạt động nạo vét.

## 5. KẾT LUẬN

Ngày 28/8/2013, UBND tỉnh Khánh Hòa đã có công văn số 4906/UBND-KT về việc chấp thuận triển khai Dự án “Nạo vét, khơi thông luồng hàng hải khu kinh tế Vân Phong, kết hợp tận thu cát nhiễm mặn để xuất khẩu”. Quá trình hoạt động, Dự án có thể gây ra các biến động như: đường bờ, đáy biển...

Sử dụng mô hình thủy động lực để mô phỏng dự báo biến động đường bờ trên phạm vi nạo vét 12,28km. thông qua 7 mặt cắt. Các kết quả tính toán cho thấy:

Trong điều kiện tự nhiên (chưa có tác động nạo vét) quá trình xói mòn – bồi tụ chỉ xảy ra mạnh ở trong khoảng 300m cách bờ. Vùng xói mòn mạnh nhất xuất hiện cách bờ khoảng 125m, ở độ sâu dao động trong khoảng 2,4 – 3,2m.

Với phương án nạo vét theo thiết kế: Đỉnh mái dốc nạo vét cách đường mép nước 150m, đáy nạo vét –17m; mái dốc  $m = 25$ , các nguy cơ xói mòn và sụp lở mái dốc hầu như khó xảy ra, thời gian phục hồi bãi và sùan bờ ngầm tương đối nhanh.

Kết quả tính toán và dự báo khả năng phục hồi bãi và sùan bờ:

Với lượng cát khoảng 27.775 m<sup>3</sup>/ngày, thời gian cần hồi phục nền đáy cho gió mùa Đông Bắc khoảng 81,2 ngày và cho gió mùa Tây Nam là khoảng 122,2 ngày.

Với thời gian phục hồi nhanh, biến đổi độ dốc có khả năng tạo ra tăng đột biến tốc độ dòng chảy ngang là hạn chế. Tác động gây mất ổn định đường bờ do hậu quả của nạo vét là không đáng kể.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bùi Tá Long (2008), “*Mô hình hóa môi trường, tr 170-197*”, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.

Công ty CP Phúc Sơn (2013), “*Báo cáo đầu tư Dự án Nạo vét, khơi thông luồng hàng hải khu kinh tế Vân Phong, kết hợp tận thu cát nhiễm mặn để xuất khẩu*”.

Đình Văn Ưu, Đoàn Văn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm (2005), “*Ứng dụng mô hình chảy ba chiều (3D) nghiên cứu quá trình lan truyền chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ Quảng Ninh và Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, Hà Nội*”, tr 623-632.

Nguyễn Biều, 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).

Nguyễn Thế Tường (2000), *Sổ tay tra cứu các đặc trưng khí tượng thủy văn vùng thềm lục địa Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, tr 28-48.

A.M. prospathopoulos, A. Sotiropoulos, E. Chatziopoulos, C.H. Anagnostou (2004), “*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*”,tr 91-107.

**Abstract:**

**FORECASTING THE FLUCTUATION OF SEABED AND SHORELINE  
FROM THE PROJECT "DREDGE AND UNFREEZE MARINE FLOW  
AT THE VAN PHONG ECONOMIC ZONE IN THE COMBINATION  
WITH MAXIMUM COLLECTING SALTY SAND FOR EXPORT"**

*The article studies on the fluctuation problem of the seabed and shoreline in the process of dredging and unfreezing marine flow at the Van Phong Economic Zone with the length of 12,28km. The hydrodynamic and sediment transport model was used to calculate through 7 sections.*

*The results showed: the biggest erosion area under the natural conditions is about 300 meters from the shore; according to the designed plan of dredging, the risk of erosion and slope failure seems to be unlikely; the time required to recover the seabed corresponding to the time of the Northeast and Southwest monsoons is about 81,2 days and 122,2 days, respectively.*

**Keywords:** seabed, shoreline, hydrodynamic model, diffusion model.

---

*BBT nhận bài: 14/7/2015*

*Phản biện xong: 06/11/2015*