

NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI CHẾ ĐỘ DÒNG CHẢY VÀ KHẢ NĂNG BỒI XÓI KHI TIẾN HÀNH NẠO VẾT LUỒNG TÀU Ở CẢNG DUNG QUẤT, TỈNH QUẢNG NGÃI

PSG.TS. Nguyễn Kỳ Phùng⁽¹⁾, ThS. Dương Thuý Nga⁽²⁾

⁽¹⁾Phân Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

⁽²⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG TPHCM

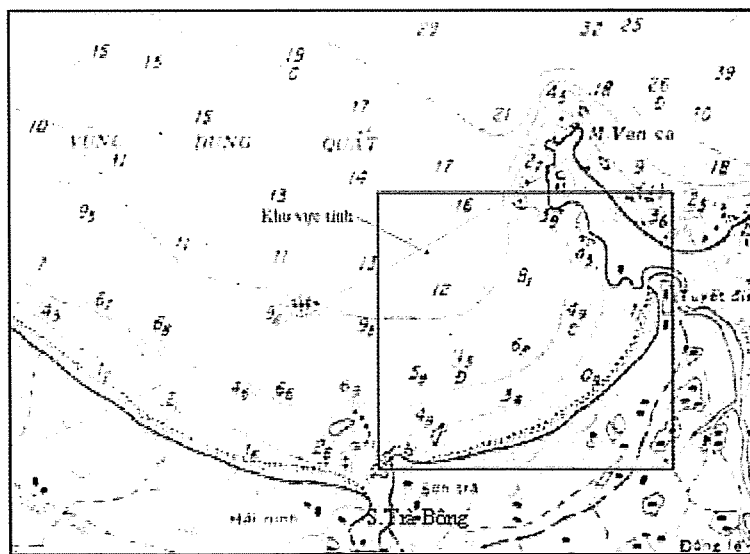
Trong bài báo cáo này, các tác giả trình bày nghiên cứu dựa trên mô hình số về sự thay đổi dòng chảy, phù sa lơ lửng và khả năng bồi xói khi tiến hành nạo vét luồng tàu ở cảng Dung Quất. Từ đó đưa ra một vài đánh giá và nhận xét về hoạt động này.

1. Đặt vấn đề

Hiện tượng xói lở, bồi tụ đang diễn ra khá phổ biến trên toàn dải bờ biển, cửa sông nước ta (đặc biệt là dải biển từ Bắc Bộ đến Nam Trung Bộ) và gây ra những thiệt hại không nhỏ về kinh tế - xã hội. Ở nước ta, xói lở là dạng thiên tai nặng nề, diễn biến hết sức phức tạp gây thiệt hại lớn về người và của, để lại hậu quả lâu dài về kinh tế - xã hội và môi trường sinh thái. Còn vấn đề bồi tụ mặc dù tạo nên các bãi bồi quý giá cho nhiều vùng, song nhiều nơi cũng trở thành tai biến nghiêm trọng gây ra sa bồi luồng tàu, bồi lấp cửa sông, làm giảm khả năng

thoát lũ, gây ngập lụt,... Vấn đề đặt ra là tìm ra nguyên nhân gây ra xói lở, dự báo và tìm ra biện pháp hợp lý nhằm giảm nhẹ thiệt hại là hết sức cần thiết.

Nhiệm vụ đặt ra của nghiên cứu này là đánh giá sự thay đổi dòng chảy, hiện tượng xói lở - bồi tụ khi tiến hành nạo vét luồng tàu trong khu vực cảng Dung Quất. Trong bài báo này, các tác giả đưa ra các kết quả tính toán và dự báo hiện tượng xói lở - bồi tụ khi tiến hành nạo vét luồng tàu nhằm đáp ứng quy hoạch và phát triển cảng Dung Quất.



2. Mô hình toán

Mô hình dòng chảy được thiết lập dựa trên hệ phương trình sau:

- Phương trình chuyển động

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} - f \bar{v} &= -g \frac{\partial(\zeta - \zeta_0)}{\partial x} + \frac{\tau_{Sx, wind}}{\rho(h + \zeta)} - \frac{\tau_{bx, c}}{\rho(h + \zeta)} + A \nabla^2 \bar{u} \\ \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + f \bar{u} &= -g \frac{\partial(\zeta - \zeta_0)}{\partial y} + \frac{\tau_{Sy, wind}}{\rho(h + \zeta)} - \frac{\tau_{by, c}}{\rho(h + \zeta)} + A \nabla^2 \bar{v} \end{aligned} \quad (1)$$

- Phương trình liên tục

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial [(h + \zeta) \bar{u}]}{\partial x} + \frac{\partial [(h + \zeta) \bar{v}]}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$\tau_{Sx, wind}, \tau_{Sy, wind}$ - Ứng suất tiếp bề mặt do gió theo phương x, y.

$\tau_{bx, c}, \tau_{by, c}$ - Ứng suất tiếp đáy do dòng chảy theo phương x, y.

- * Tính ứng suất tiếp do gió

$\tau_{S, wind}$ - Ứng suất tiếp đáy do dòng chảy theo phương x, y.

$$\tau_{S, wind} = C_{10} \rho_a |W| W_{s(x, y)}$$

$$C_{10} = (0.75 + 0.067 |W|) \cdot 10^{-3}, \quad |W| = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}, \quad W \text{ là vận tốc gió.}$$

$W_{s(x, y)}$ - thành phần vận tốc gió theo các phương x, y;

ρ_a - khối lượng riêng của không khí trên mặt biển [kg/m^3].

Tính ứng suất tiếp đáy do dòng chảy //

$$\tau_{b, c} = K_b \rho \bar{u} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2} \quad u^2 = \bar{u} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}$$

K_b - hệ số ma sát đáy; $K_b = \frac{g}{C^2}$ ρ - khối lượng riêng nước biển [kg/m^3].

- Phương trình chuyển tải

Dòng bùn cát và phù sa được mô phỏng bởi phương trình :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \bar{v} \left(\bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial C}{\partial y} \right) = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} \left(HK_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} \left(HK_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{S}{H} \quad (3)$$

Với: C - Nồng độ trung bình theo chiều sâu;

u, v - Vận tốc trung bình theo chiều sâu theo phương x, y

K_x, K_y - Hệ số phân tán theo phương x, y trung bình theo chiều sâu

• v - Hệ số phân bố vận tốc theo chiều sâu ; S - Hàm nguồn,

- Phương trình liên tục vật chất đáy

γ_v Biến đổi đáy biển được tính toán dựa trên cân bằng vật chất đáy qua phương trình:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1-\varepsilon_p} \left[S + \frac{\partial}{\partial x} \left(HK_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HK_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial q_{hx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{hy}}{\partial y} \right] \quad (4)$$

ε_p - độ rỗng của hạt

q_{bx}, q_{by} - dòng bùn cát đáy phương x và y, tính thực nghiệm theo Leo C. Van Rijn [7]

$$q_b = 0.053((S-1)g)^{0.5} d_m^{1.5} T^{2.1} D_*^{-0.3} \frac{(u, v)}{\sqrt{u^2 + v^2}}$$

3. Các điều kiện biên và ban đầu của bài toán

- Điều kiện ban đầu
- Vận tốc dòng chảy toàn miền tính bằng không.
- Mực nước bằng không ($z=0$), với gốc tọa độ tại mực nước biển yên lặng, hướng lên.
- Nồng độ dầu $C(x,y,0) = C_0(x,y)$

• Điều kiện biên

a) Điều kiện về dòng chảy:

- Tại biên lòng cho ζ là dao động mực nước thực đo.
- Trên biên bờ cho điều kiện $u_n=0$, với u_n là thành phần vận tốc pháp tuyến với bờ.

b) Điều kiện về phù sa:

- Nồng độ phù sa trên biên lòng khi nước chảy vào miền tính bằng nồng độ cho trước.
- Trên biên lòng khi nước chảy ra cho điều kiện:
- Trên biên bờ cho điều kiện:

$$\frac{\partial C'}{\partial n} = 0; \quad \frac{\partial C'}{\partial n} = 0$$

n là phương vuông góc giới bờ, s là phương dòng chảy.

4. Sơ đồ tính

Hệ phương trình (1,2) được giải kết hợp với (3,4) bằng phương pháp sai phân hữu hạn, sơ đồ ẩn luân hướng ADI. Nghiệm của bài toán được tính theo từng nửa bước thời gian:

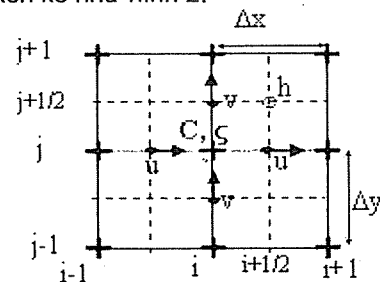
- Tại nửa bước thời gian đầu $t+1/2$, thực hiện giải mực nước ζ và vận tốc u ẩn, còn vận tốc v được giải

hiện. Sau đó kết hợp giải xen kẽ nồng độ C , (với các thành phần theo phương x giải ẩn, theo phương y giải hiện). Sau mỗi lần tính nồng độ, thực hiện tính dh

- Tại nửa bước thời gian sau $t+1$, mực nước ζ và vận tốc v được giải ẩn, vận tốc u được giải hiện. Sau đó kết hợp giải xen kẽ nồng độ C (với các thành phần theo phương y giải ẩn, theo phương x giải hiện). Sau mỗi lần tính nồng độ, thực hiện tính dh.

Lưới sai phân:

Lưới tính toán của sơ đồ ADI được bố trí như sau: các thành phần u, v, C , và sự thay đổi đáy dh không được tính trên cùng một vị trí của lưới, mà sắp xếp xen kẽ như hình 2.



Hình 2. Lưới sai phân

5. Áp dụng tính toán cho khu vực cảng Dung Quất

Để xem xét sự biến đổi dòng chảy và xu hướng bồi xói ở cảng Dung Quất, các tác giả đã tính toán theo hai phương án:

Phương án 1 (PA hiện trạng): Trước khi tiến hành nạo vét luồng tàu sông (hình 3).

Phương án 2: Sau khi nạo vét cát tại khu vực đã được xác định (Hình 4), đào sâu 18.9 m.

1) Các thông số tính toán: Các thông số tính toán được tham khảo trong tài liệu [3,4,5]

Lưới tính : (3,4 x 3,1) km với $\Delta x = \Delta y = 20$ m; $\Delta t = 4$ s; gió ĐN vận tốc = 4 m/s;

Mực nước tại biên lồng (cửa cảng) được cho dưới dạng mực dao động của 11 sóng triều tại trạm Sa Cần (K1, O1, P1, Q1; K2, M2, N2, S2)..

Nồng độ phù sa ban đầu: 0.01 kg/m³

Nồng độ biên lồng: 0.110 kg/m³

$\tau_d = 0.08$ N/m², $\tau_e = 0.4$ N/m², $E = 0.00001$ kg/m²s

Các thông số của hạt: $d = 0.02$ mm, $\rho_p = 2650$ kg/m³; độ rỗng các hạt: $\varepsilon_p = 0.4$

Các thông số của nước: $\rho = 1025$ kg/m³,

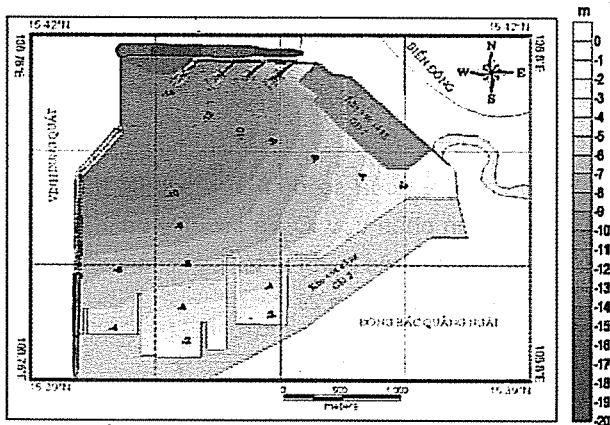
2) Kết quả tính toán: Các kết quả dòng chảy được trình bày trong hình 4-9.

Qua kết quả tính toán theo 2 phương án chúng ta có một vài đánh giá và nhận xét sau:

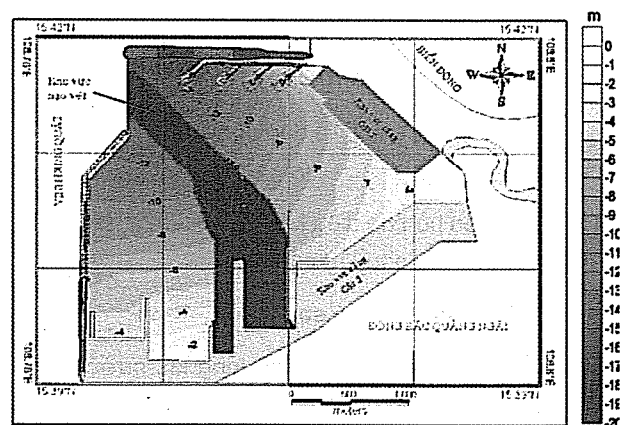
- Dòng chảy không có sự thay đổi đáng kể về hướng, tuy nhiên có sự thay đổi về độ lớn khi tiến hành nạo vét luồng tàu. Điều này dễ hiểu vì lúc này dòng chảy được khơi thông theo luồng tàu. (hình 5-6, 8-9)

- Quá trình bồi và xói xen kẽ nhau ở trong cảng Dung Quất. Tốc độ bồi xói ở trong phương án nạo vét lớn hơn so với phương án hiện trạng, điều này phù hợp với sự thay đổi dòng chảy của phương án nạo vét so với phương án hiện trạng. (hình 7, 9)

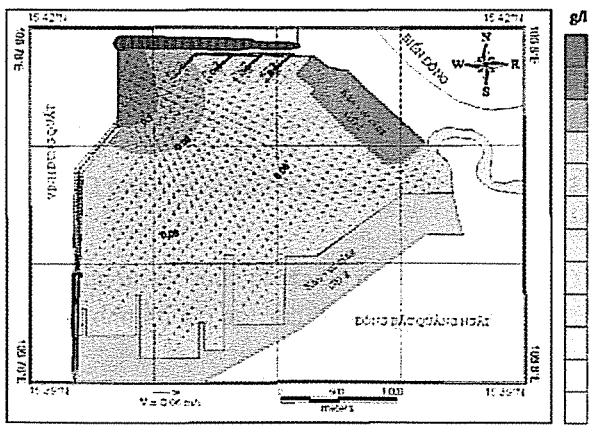
- Sau khi nạo vét luồng tàu thì chế độ dòng chảy và quá trình bồi tụ, xói lở có thay đổi nhưng sẽ không có ảnh hưởng gì lớn.



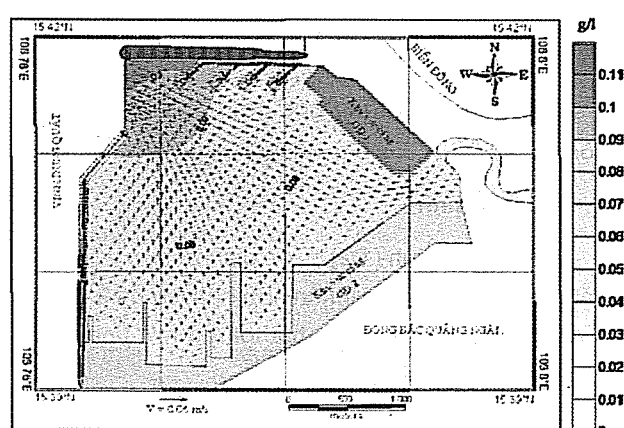
Hình 3 - Bản đồ biểu diễn địa hình đáy ở phương án 1



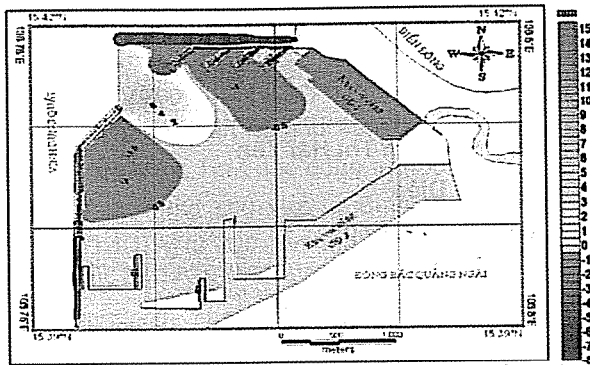
Hình 4 - Bản đồ biểu diễn địa hình đáy ở phương án 2



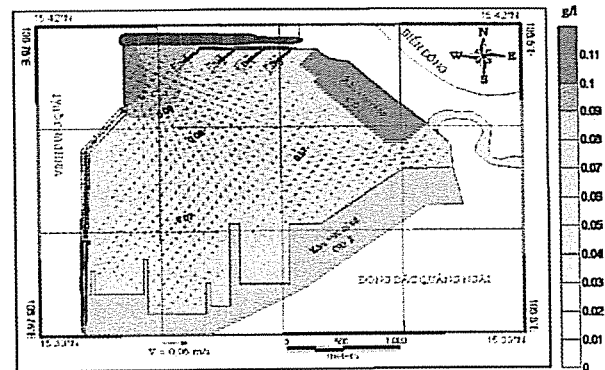
Hình 5. Kết quả trường vận tốc, chuyển tải phù sa lúc triều lên ở phương án 1



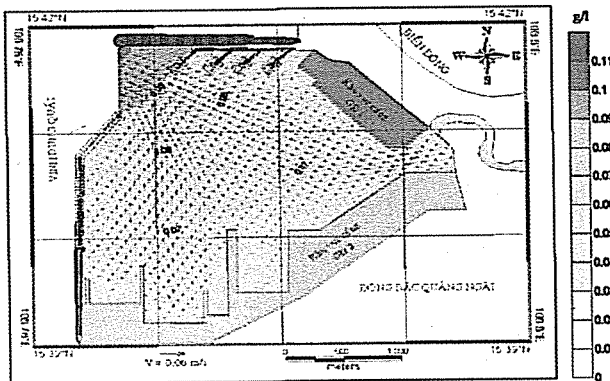
Hình 6. Kết quả trường vận tốc, chuyển tải phù sa lúc triều rút ở phương án 1



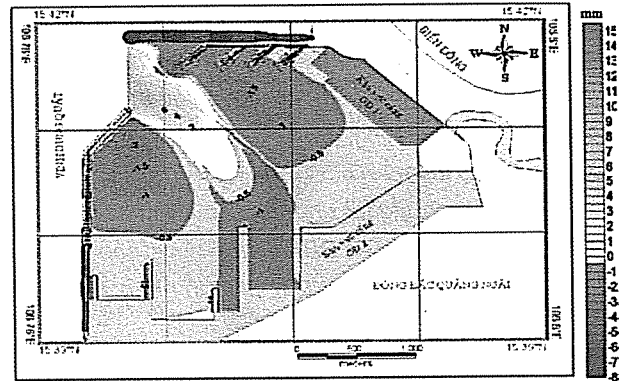
Hình 7. Kết quả bồi xói đáy ở phương án 1 (sau 30 ngày tính)



Hình 8. Kết quả trường vận tốc, chuyển tải phù sa lúc triều lên ở phương án 2



Hình 9. Kết quả trường vận tốc, chuyển tải phù sa lúc triều rút ở phương án 2



Hình 10. Kết quả bồi xói đáy ở phương án 2 (sau 30 ngày tính)

4. Kết luận

Dòng chảy và xu hướng bồi xói tính được trong khu vực cảng Dung Quốc phản ánh đúng quy luật động lực học dòng chảy, mô phỏng được quá trình bồi xói trong khu vực cảng Dung Quất. Các tác giả

hy vọng sẽ nhận được sự góp ý của bạn đọc, nhằm mô phỏng tốt hơn nữa quá trình bồi xói khu vực, phục vụ cho công tác dự báo xu hướng xói lở - bồi tụ xảy ra trong khu vực này.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Bảy, Nguyễn Anh Dũng. "Mô hình tính thủy triều vùng ven biển - Áp dụng tính năng lượng triều cho vùng biển Cần Giò". Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ ĐHQG tp HCM.;V.8,4/2004. tr. 52-58
2. Nguyễn Thị Bảy, Mạch Quỳnh Trang. "Mô hình tính toán chuyển tải bùn cát kết dính vùng ven biển- Phần I: Mô hình tính toán. Tạp chí Phát triển KH và CN ĐHQG tp HCM V.9 2/2006, tr 53-60.
3. Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường Quảng Ngãi (1994), "Bảo các nghiên cứu, khảo sát lập dự án chọn địa điểm cảng nước sâu và khu công nghiệp Dung Quất - tỉnh Quảng Ngãi"
4. Bộ Giao Thông Vận Tải - Tổng công ty tư vấn thiết kế GTVT (1997), "Cảng Dung Quất - Báo cáo nghiên cứu khả thi giai đoạn I".
5. Ban quản lý khu công nghiệp Dung Quất (2003), "Dự án đầu tư xây dựng kè chắn cát cảng Dung Quất - Báo cáo nghiên cứu khả thi"
6. Viện Hải Dương Học quốc gia Nga (1975), Các bảng tra cứu hải dương học, NXB Thủy Văn 1975
7. Leo C. Van Rijn (1993), Principles Of Sediment Transport In Rivers Estuaries And Coastal Seas, Delft Hydraulics.