

ĐẶC ĐIỂM VÀ BIẾN ĐỔI ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN KHU VỰC ĐẢO TRƯỜNG SA

KHƯƠNG VĂN LONG, LÊ VĂN TUẤN, HOÀNG VĂN THÀNH
NGUYỄN ĐÌNH HẢI, ĐỖ VĂN MONG

Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển, Bộ Tham mưu Hải quân

Tóm tắt:

Nghiên cứu này đánh giá tác động của các yếu tố chính của thủy động lực biển như sóng, dòng chảy tới quá trình biến đổi địa hình, địa mạo đáy và bờ biển tại khu vực đảo Trường Sa thuộc Quần đảo Trường Sa dựa trên bộ cơ sở dữ liệu liên tục, nhiều năm. Sử dụng mô hình MIKE để tính toán, mô phỏng tác động của trường sóng, trường dòng chảy đến quá trình bồi tụ và xói lở trầm tích làm biến đổi địa hình đáy biển. Kết quả tính toán chỉ ra độ cao sóng và tốc độ dòng chảy được so sánh với số liệu thực đo lần lượt là 73.5% và 60.6% ở mức đạt yêu cầu theo chỉ tiêu Nash. Tại khu vực ven bờ biển về phía Bắc xuất hiện trầm tích bồi tụ khá lớn, độ dày trầm tích có thời điểm đạt tới 13 m với tốc độ bồi có thời điểm lên tới 0,3 m/ngày. Còn ven bờ đảo từ phía Nam đến Đông xảy ra xói lở khiến độ dày trầm tích giảm từ 5 đến 10 m, có thời điểm xuất hiện xói lở trầm tích lên đến 12 m. Ở khu vực biển cách đảo 200 m về phía Bắc xuất hiện xói lở đáy biển khoảng 5 m đến 8 m. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho công tác quy hoạch, tham mưu đề xuất xây dựng công trình phòng thủ biển, cũng như lập kế hoạch duy tu, nạo vét luồng nhằm giảm thiểu các tác động tiêu cực của tự nhiên và cung cấp các thông tin phục vụ hoạt động huấn luyện, diễn tập, tác chiến đảm bảo hiệu quả các hoạt động của Hải quân tại vùng đảo xa đất liền.

Từ khóa: Biển Đông, Quần đảo Trường Sa, địa hình đáy biển, trường thủy động lực.

1. Đặt vấn đề

Đảo Trường Sa nằm ở phía Tây Nam Quần đảo Trường Sa, có diện tích tự nhiên khoảng 0,65 km²; mặt đảo bằng phẳng, thổ nhưỡng trên đảo là cát san hô được phủ một lớp mùn mỏng lẫn phân chim của nhiều loài chim sinh sống ở đây như hải âu, hải yến, vịt biển (Hình 1). Bề mặt địa hình đảo cao khoảng 3,4 - 5 m khi thủy triều xuống [2]. (Hình 1)

Khu vực bờ biển, bờ đảo thường xuyên phải chịu các quá trình tương tác qua lại giữa

đất liền và các yếu tố thủy động lực. Thực tế bờ biển luôn biến đổi một cách liên tục dưới tác động của sóng và dòng chảy tại nhiều phạm vi không gian và bước thời gian khác nhau [1]. Quá trình tác động của sóng và dòng chảy ven bờ diễn ra liên tục trong nhiều ngày, nhiều năm và có thể gây ra hiện tượng xói lở bờ biển kéo dài trên một vùng rộng vài chục mét đến hàng trăm mét. Ngoài ra, khu vực ven biển thay đổi rất nhanh do xói mòn do bão và nước dâng cao. Xói mòn - bồi tụ ven biển luôn xảy ra làm

cho đường bờ biển dịch chuyển về phía đất liền hoặc hướng ra biển.

Các phương pháp nghiên cứu về tác động của thủy động lực đến quá trình biến đổi địa hình, địa mạo đáy và bờ biển ngày càng phát triển để cho kết quả cụ thể và chi tiết hơn. Theo đó, cho đến nay các vấn đề về sự thay đổi của đường bờ và đáy biển đã được hiểu tương đối toàn diện. Có thể kể đến như: khả năng phân tích, tổng hợp các quá trình xảy ra trong tự nhiên và diễn giải, giải thích các hiện tượng phức tạp. Tuy nhiên, ở một số trường hợp xuất hiện sự không nhất quán giữa các quy định, diễn biến trong kết quả thu được từ các nghiên cứu vùng ven biển và các dự án liên quan đến công trình ven biển, địa hình đáy biển [4].

Trong những thập kỷ gần đây, khoa học về mô hình toán phục vụ nghiên cứu động lực học của cửa sông và đại dương đã có những bước tiến vượt bậc cả về lý thuyết toán học về các hệ phương trình cơ bản để mô tả các quá trình động lực học và lý thuyết về rời rạc hóa các hệ phương trình cơ bản. Sự xuất hiện của các mô hình toán 2D và 3D để mô phỏng quá trình thủy động lực ven biển cho phép tái tạo hoặc dự đoán trường sóng, cường độ sóng, hướng và cường độ của dòng chảy, sự phân bố trầm tích, sự tiến hóa của đường bờ,... [7]. Cụ thể hơn, mô hình toán cho phép xác định tổ hợp các yếu tố tự nhiên có tác động bất lợi nhất đến vùng bờ biển bị xói lở, từ đó xác định tốc độ xói lở bờ biển khu vực nghiên cứu trên cả không gian địa lý và thời gian thực, chỉ ra nguyên nhân cụ thể ô nhiễm môi trường khu vực xung quanh... Đây là nguyên tắc cơ bản

để đề xuất phương pháp giải quyết hiệu quả, ổn định lâu dài, chi phí thấp và ít tác động tiêu cực đến môi trường tự nhiên.



Hình 1: Vị trí đảo Trường Sa và ảnh viễn thám khu vực vùng biển quanh đảo Trường Sa năm 2020 [16]

2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu

Nghiên cứu này sử dụng mô hình MIKE 21/3 của Viện Nghiên cứu Thủy lực Đan Mạch với các module Spectral Wave để tính sóng, module Hydrodynamic tính toán và mô phỏng thủy lực và module Sand Transport tính vận chuyển trầm tích, biến đổi địa hình đáy biển [5,6].

2.1. Module Hydrodynamic (HD)

Đặc trưng dòng chảy được giải bằng phương pháp lưới phân tử hữu hạn. Module này dựa trên nghiệm số của hệ các phương trình Navier-Stokes trung bình Reynolds 2 hoặc 3 chiều cho chất lỏng không nén, kết hợp với giả thiết Boussinesq và giả thiết xấp xỉ thủy tĩnh. Module Hydrodynamic (HD) gồm các phương trình: Phương trình liên tục, động lượng, nhiệt độ, độ muối và mật độ và chúng được khép kín bởi sơ đồ khép kín rối [6].

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} + \frac{\partial hw}{\partial z} = hS \quad (1)$$

Phương trình động lượng theo phương ngang:

$$\begin{aligned} \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} + \frac{\partial huw}{\partial z} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\tau_{xx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{xx}}{\rho_0} \\ - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial s_{xz}}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial z} (hT_{xz}) + hu_x S \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}v^2}{\partial y} + \frac{\partial \bar{h}uv}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}vw}{\partial z} = f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\tau_{xy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{yz}}{\rho_0} \\ - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial s_{xz}}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + \frac{\partial}{\partial z} (hT_{yz}) + hu_s S \end{aligned} \quad (3)$$

với S là lưu lượng thải do nguồn điểm; g là gia tốc trọng trường, t là thời gian; x, y là tọa độ Decartes; d là độ sâu; $h = \eta + d$ là chiều cao cột nước; η là dao động mực nước; $f = 2\Omega \sin\phi$ là tham số Coriolis; θ là vĩ độ địa lý; ρ là mật độ nước; p_a là áp suất khí quyển; p_0 là mật độ tiêu chuẩn và T_{xx}, T_{yy}, T_{xy} là các thành phần ứng suất nhớt tổng cộng.

Các phương trình truyền tải nhiệt độ và độ mặn:

$$\frac{\partial \bar{h}T}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}uT}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}vT}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}wT}{\partial t} = hF_T + h\widehat{H} + hT_S S \quad (4)$$

$$\frac{\partial \bar{h}S}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}uS}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}vS}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}wS}{\partial t} = hF_S + h\widehat{H} + hS_S S \quad (5)$$

trong đó D_v là hệ số khuếch tán rối thẳng đứng; H là số hạng nguồn do trao đổi nhiệt với khí quyển, T_S và S_S là nhiệt độ và độ muối của nguồn; F_T và F_S là các số hạng khuếch tán theo phương ngang.

2.2. Module Spectral Waves (SW)

Module này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ. Động lực học của sóng trọng lực được mô phỏng dựa trên phương trình mật độ tác động sóng (wave action density).

Phương trình cơ bản chính là phương trình cân bằng tác động sóng được xây dựng cho cả hệ tọa độ Đề các và tọa độ cầu [5]. Phương trình cho tác động sóng được cho dưới dạng:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{v}N) = \frac{S}{\delta} \quad (6)$$

trong đó $N(\sigma, \phi)$ là mật độ tác động; t là

thời gian; \bar{v} là vận tốc truyền sóng trong không gian và S là số hạng nguồn cho phương trình cân bằng năng lượng; ∇ là toán tử trong không gian \bar{v}, σ và θ .

Module phổ sóng bao gồm các hiện tượng vật lý sau: Sóng phát triển bởi tác động của gió; tương tác sóng - sóng là phi tuyến; tiêu tán sóng do sự bậc đầu; tiêu tán sóng do ma sát đáy; Tiêu tán sóng do sóng vỡ; khúc xạ và hiệu ứng nước nông do sự thay đổi độ sâu; tương tác sóng - dòng chảy và ảnh hưởng của thay đổi độ sâu theo thời gian.

2.3. Module Sand Transport (ST)

Module này tính toán tốc độ vận chuyển trầm tích (cát) không kết dính dưới tác động của cả sóng và dòng chảy. Các thành phần vận chuyển trầm tích có thể gây ra biến đổi đáy. Việc tính toán được thực hiện dưới điều kiện thủy động lực cơ bản tương ứng với độ sâu đã cho. Không có sự tương tác trở lại của thay đổi độ sâu đến sóng và dòng chảy. Do đó, kết quả cung cấp bởi module ST có thể được sử dụng để xác định khu vực có khả năng xói hoặc bồi và để chỉ ra tốc độ biến đổi đáy nhưng không xác định được việc cập nhật độ sâu ở cuối mỗi chu kỳ tính toán [6].

Đặc trưng chính của module vận chuyển trầm tích không kết dính ST được mô tả như sau:

- Các đặc trưng của vật chất đáy có thể không đổi hoặc biến đổi theo không gian (ví dụ tỉ lệ và cỡ hạt trung bình);

- Năm lý thuyết vận chuyển trầm tích khác nhau đều có giá trị cho việc tính toán tốc độ vận chuyển trầm tích trong điều kiện chỉ có dòng chảy bao gồm: Lý thuyết vận chuyển

tổng tải Engelund và Hansen [11]; lý thuyết vận chuyển tổng tải (được xác định như tải đáy + tải lơ lửng) Engelund và Fredsoe [12]; công thức vận chuyển tổng tải (tải đáy + tải lơ lửng) Zyserman và Fredsoe [13]; lý thuyết vận chuyển tải đáy Meyer-Peter [14] và công thức vận chuyển tổng tải Ackers và White [15].

Phân bố thẳng đứng của trầm tích lơ lửng trong tính toán sóng kết hợp với dòng chảy dùng để đánh giá vận chuyển trầm tích trong biển. Cách thông thường để mô tả phân bố thẳng đứng của trầm tích lơ lửng đó là áp dụng phương trình khuếch tán:

$$\frac{dc}{dt} = w \frac{\partial c}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial c}{\partial y} \right) \quad (7)$$

Trong đó c là nồng độ trầm tích; t là thời gian; w là tốc độ chìm lắng của trầm tích lơ lửng; y là tọa độ thẳng đứng; ε là thừa số trao đổi rối.

2.4. Dữ liệu sử dụng

2.4.1. Dữ liệu địa hình đáy biển

Dữ liệu độ sâu đáy biển cập nhật đến năm 2021 bởi Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển trong quá trình thực hiện đề tài KCB-TS.02. Sử dụng công nghệ đo sâu đa tia bằng máy SeaBeam 3030, quét Side Scan Sonar bằng máy Klein 3000 và đo sâu bằng sào tại các khu vực nước nông ven bờ để thu thập dữ liệu độ sâu.

Địa hình đáy biển khu vực Đảo Trường Sa phức tạp, cấu trúc địa hình đáy biển chủ yếu là đá và san hô, độ sâu không đồng đều, nhiều chỗ có độ dốc lớn chủ yếu từ mép san hô có độ sâu từ 10 m ra phía biển (Hình 2) và có thể phân chia thành các vùng như sau:

Vùng thềm đảo: Từ bờ đảo ra ngoài đến độ sâu 10m tính theo mực nước biển thấp nhất, độ sâu chỗ nông nhất -1.6 m, độ sâu trung bình 3.5 m. Khu vực độ sâu nhỏ hơn 0 m nằm sát

mép đảo, cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và cát có diện tích 0.05 km². Khu vực độ sâu 0 m đến 5 m chủ yếu nằm ở phía Bắc đảo, địa hình thoải đều từ đảo ra phía biển, cấu trúc địa hình chủ yếu là đá, cát và san hô có diện tích 0.6 km²; vùng này có rất nhiều tầng đá nằm dọc lập với nhiều kích cỡ khác nhau, tầng to nhất có đường kính khoảng 10 m. Khu vực độ sâu từ 5 m đến 10 m địa hình thoải đều từ đảo ra phía biển, cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô có diện tích 0.52 km² (Hình 2).



Hình 2: Đo sâu bằng sào (a), quét Side Scan Sonar bằng máy Klein 3000 (b) và quá trình thu thập dữ liệu đo sâu bằng phần mềm Hypack (c)

Vùng ngoài thềm san hô (màu xanh): Từ độ sâu 10m ra phía biển có địa hình đáy phức tạp, cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô, độ dốc tương đối lớn, có chỗ dốc lớn. Khu vực biển phía Bắc đảo, vùng độ sâu 10 m đến độ sâu 200 m cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô; độ dốc địa hình là 16⁰; vùng độ sâu 200 m ra đến độ sâu 1000 m độ dốc địa hình là 11⁰. Khu vực biển phía Đông đảo, vùng độ sâu 10 m đến độ sâu 200 m cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô; độ dốc địa hình chỗ lớn nhất 33⁰, vùng độ sâu 200 m đến độ sâu 1000 m độ dốc địa hình trung bình là 18⁰. Khu vực biển phía Nam đảo, vùng độ sâu 10 m ra đến độ sâu 200 m cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô; độ dốc địa hình chỗ lớn nhất 31⁰, vùng độ sâu 200 m ra đến độ sâu 1000 m độ

đốc địa hình trung bình là 27° (Hình 3a). Khu vực biển phía Tây đảo, vùng độ sâu 10 m đến độ sâu 200 m cấu trúc địa hình chủ yếu là đá và san hô; độ dốc địa hình chỗ lớn nhất 40° , vùng độ sâu 200 m đến độ sâu 1000 m độ dốc địa hình trung bình là 28° .

2.4.2. Dữ liệu đầu vào

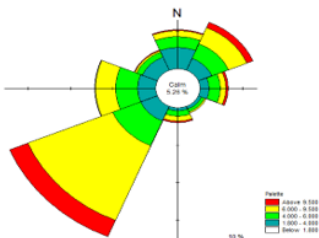
a. Dữ liệu gió

Dữ liệu gió thu thập trong thời gian 20 năm (2000 - 2020) từ nguồn dữ liệu tái phân tích của European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [8,9,10]. Đây là địa chỉ cung cấp nguồn dữ liệu tin cậy đã được đánh giá, so sánh qua các số liệu quan trắc thực tế và được nhiều nhà khoa học tại Việt Nam, khu vực ứng dụng nghiên cứu.

Bảng 1: Vận tốc gió trung bình các tháng khu vực đảo Trường Sa nhiều năm [9]

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
$V_{mean} (m/s)$	8.2	8.1	6.2	5.9	5.2	6.1	5.8	6.2	5.1	5.8	6.5	7.8

Mùa đông (từ nửa cuối tháng 10 đến tháng 4 năm sau): Hướng gió thịnh hành là hướng Bắc và Đông Bắc, vận tốc gió trung bình từ 5.5 - 8.5 m/s, cấp 4, cấp 5 (Bảng 1). Khi gió mùa Đông Bắc tràn về, vận tốc gió mạnh từ 8 - 10 m/s (cấp 5) và thường kéo dài trong 3 - 4 ngày. (Hình 3)



Hình 3: Hoa gió trung bình nhiều năm đảo Trường Sa

Mùa hè (từ nửa cuối tháng 5 đến đầu tháng 10): Hướng gió thịnh hành là hướng Tây Nam và Nam, vận tốc gió trung bình từ 5.0 - 6.5 m/s, cấp 3, 4 (Bảng 1). Trong những đợt gió mùa Tây Nam mạnh, vận tốc gió có thể đạt

10 - 12 m/s (cấp 6). (Hình 3)

b. Dữ liệu sóng

Dữ liệu sóng tại khu vực này thu thập từ dữ liệu tái phân tích ECMWF [9,10] sử dụng làm điều kiện biên cho module SW nhằm tăng độ chính xác của kết quả mô phỏng trường sóng tại đây.

Bảng 2: Độ cao sóng trung bình và lớn nhất các tháng khu vực phía Bắc đảo Trường Sa trong nhiều năm [10]

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
$H_{mean} (m)$	1.61	1.52	0.85	0.87	0.42	0.44	0.51	0.87	0.77	0.59	1.54	1.72
$H_{max} (m)$	3.52	3.83	1.25	1.38	1.27	0.96	2.33	3.39	3.21	3.82	2.78	3.61

Vào mùa gió Đông Bắc (từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau) hướng sóng chủ yếu trên biển là hướng Đông Bắc, sau đó là hướng Bắc và Đông. Các hướng còn lại không đáng kể. Tháng 11, 12 sóng hướng Đông Bắc chiếm ưu thế nhưng miền có độ cao sóng lớn trên 3m là không rộng. Do ảnh hưởng điều kiện địa hình và đà gió, độ cao sóng hướng Đông Bắc giảm dần theo chiều từ Bắc xuống nNm nên tháng 1, 2 có sóng cao gần 4m theo hướng Đông Bắc (Bảng 2).

Tháng 4, 5 là thời gian chuyển tiếp giữa hai mùa chính, sóng gió chuyển dần từ hướng Đông Bắc sang Tây Nam. Vào mùa gió Tây Nam (từ tháng 6 đến tháng 8), sóng gió có hướng Tây Nam với độ cao trung bình từ 0.4 đến 0.9m. Ngoài hướng chính Tây Nam còn xuất hiện sóng hướng Tây với độ cao hơn 1.0m (Bảng 2).

c. Dữ liệu quan trắc

Dữ liệu thực đo bao gồm các dữ liệu về sóng, dòng chảy và mực nước biển được quan trắc bằng máy AWAC và nghiệm triều bằng thước nước trong đề tài KCB-TS.02 (Hình 5).

Các dữ liệu dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình toán, kết quả chi tiết được trình bày trong kết quả tính toán ở phần dưới đây.

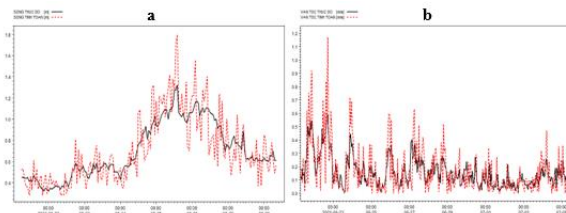
3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tính toán trường thủy động lực và trường sóng

Hệ số tương quan độ cao sóng và tốc độ dòng chảy giữa tính toán và thực đo theo chỉ tiêu Nash lần lượt là 73.5% và 60.6% ở mức đạt yêu cầu trở lên.

Khoảng giá trị độ cao sóng tính toán được sát với khoảng giá trị thực đo. Chênh lệch giữa độ cao sóng thực đo và tính toán nhỏ nhất là 0.00 m và chênh lệch lớn nhất là 0.4 m. Trung bình độ cao sóng tính toán là 0.82 m lớn hơn 0.06 m so với trung bình giá trị thực đo (Hình 4a).

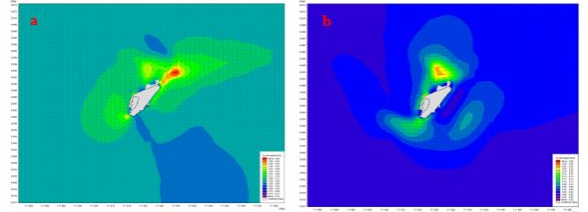
Giá trị vận tốc dòng chảy giữa tính toán và thực đo chênh lệch lớn nhất ở khoảng 0.4 m/s, còn mực nước có sự đồng nhất về độ lớn và pha ở mức khá tốt. Kết quả này cho thấy mô phỏng chế độ thủy động lực khá phù hợp so với thực tế tại vùng biển nghiên cứu (Hình 4b).



Hình 4: So sánh độ cao sóng (a) và tốc độ dòng chảy (b) tính toán và thực đo

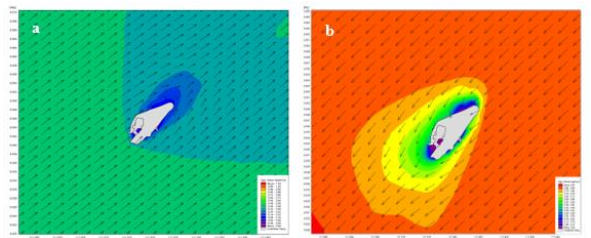
Dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc có hướng Nam ở phía Đông Bắc đảo với tốc độ từ 0.04 đến 0.26 m/s, khi càng tiến gần bờ đảo bị bẻ thành hướng Tây ở phía Nam của đảo với tốc độ có thể đạt tới 0.25 m/s và chuyển thành hướng Tây Nam khi chảy xuống phía Bắc đảo với tốc độ ở khoảng 0.2 - 0.4 m/s. Ở phía Tây đảo là sự tương tác giữa dòng chảy hướng Tây Nam và dòng chảy hướng Tây, chúng hòa trộn vào nhau trong dải tương tác với độ dài gần 1.0 km và tốc độ có thể đạt tới

0.35 m/s (Hình 5b). Dòng chảy trong mùa gió Tây Nam có hướng Đông Bắc là chủ đạo, với tốc độ lớn nhất có thể đạt 0.6 m/s tại cách đảo 300 m về phía Đông Bắc. Dòng chảy có hướng Bắc ở phía Tây đảo và phía Đông Bắc đảo do đặc điểm địa hình đảo gây nên sự chuyển hướng (Hình 5a).



Hình 5: Trường dòng chảy mùa hè (a) và mùa đông (b) khu vực đảo Trường Sa

Vào mùa hè, trường sóng có hướng chủ đạo là Tây Nam với độ cao sóng trung bình từ 0.3 m đến 0.5 m. Sóng có độ cao khoảng 0.45 m ở phía Tây Nam đảo và nhỏ dần khi lan truyền vào vùng thềm đảo còn 0.35 m và chỉ còn 0.25 m khi lan truyền vào bờ đảo. Phía Đông Bắc đảo do được địa hình che chắn khỏi gió Đông Bắc nên độ cao khá nhỏ, chỉ đạt 0.15 m ở ven bờ đảo và lớn hơn khi càng xa đảo (Hình 6a). Trường sóng trong mùa đông có độ cao trung bình lớn hơn mùa hè, ở khoảng 0.8 m đến 1.0 m với sóng hướng Đông Bắc chiếm ưu thế. Cũng do đặc điểm địa hình che chắn nên trường sóng ở phía Đông Bắc đảo chiếm ưu thế cả về độ cao và hướng, còn ở phía Tây Nam và vùng thềm đảo có độ cao sóng nhỏ hơn chỉ từ 0.5 m đến 0.7 m (Hình 6b).



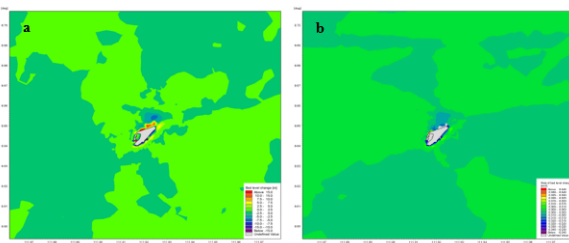
Hình 6: Trường sóng mùa hè (a) và mùa đông (b) khu vực đảo Trường Sa

3.2. Tính toán biến đổi địa hình đáy biển

Đánh giá sự biến đổi địa hình đáy biển sau 20 năm (2000 - 2020) cho thấy rằng vào mùa hè tại vùng ven thềm dốc ở phía Nam và Đông Nam đảo diễn ra hoạt động bồi - xói mạnh nhất.

Tại khu vực ven bờ biển về phía Bắc xuất hiện trầm tích bồi tụ khá lớn, độ dày trầm tích có thời điểm đạt tới 13 m. Còn ven bờ đảo từ phía Nam đến Đông xảy ra xói lở khiến độ dày trầm tích giảm từ 5 đến 10 m, có thời điểm xuất hiện xói lở trầm tích lên đến 12 m. Ở vị trí cách đảo 200 m ở phía Bắc xuất hiện xói lở đáy biển khoảng 5 - 7.5 m. Khu vực địa hình đáy biển cách xa đảo xuất hiện bồi xói xen kẽ nhau với giá trị từ -2.5 đến 2.5 m (Hình 7a).

Tốc độ biến đổi của địa hình đáy biển trong mùa hè dao động từ -0.04 đến 0.03 m/ngày, đây là giá trị ở mức nhỏ. Xung quanh bờ đảo xuất hiện các vùng xói với tốc độ tương đối nhỏ, từ 0.015 đến 0.025 m/ngày. Tại vị trí ven bờ đảo ở phía Bắc xuất hiện vùng bồi tụ với tốc độ trên 0.03 m/ngày (Hình 7b).

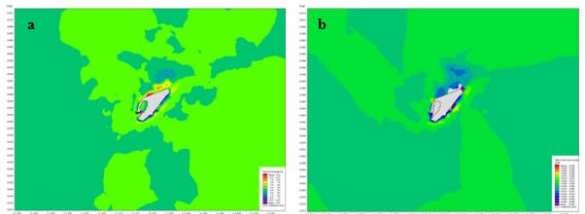


Hình 7: Biến đổi địa hình đáy biển (a) và tốc độ biến đổi địa hình (b) quanh đảo Trường Sa trong mùa hè

Vào mùa Đông, vùng ven bờ đảo ở phía Nam đến Đông Nam vẫn xuất hiện xói lở địa hình đáy khá mạnh, có lúc xói tới hơn 10 m tại một số khu vực. Phía Bắc cách đảo 400 m cũng xảy ra xói lở đáy biển (6 m) tương tự với diễn biến trong mùa hè. Địa hình đáy biển ven đảo từ phía Bắc đến Đông Bắc xuất hiện bồi tụ khá lớn, ở khoảng 5 - 10 m, có thời điểm

đạt tới 13 m. Khu vực địa hình đáy biển cách xa đảo xuất hiện bồi xói xen kẽ nhau với giá trị từ -2.5 đến 2.5 m (Hình 8a).

Tốc độ biến đổi địa hình đáy biển vào mùa Đông cũng dao động ở mức nhỏ, đạt giá trị từ -0.04 đến 0.05 m/ngày. Ven bờ đảo xuất hiện xói lở từ 0.02 đến 0.04 m/ngày, xuất hiện một vài vị trí bồi tụ như ở phía Tây Bắc, Đông Bắc và Đông Nam của đảo, bồi tụ ở khoảng 0.02 m/ngày, có khu vực lên tới 0.03 m/ngày (Hình 8b).



Hình 8: Biến đổi địa hình đáy biển (a) và tốc độ biến đổi địa hình (b) quanh đảo Trường Sa trong mùa đông

4. Kết luận

Nhóm nghiên cứu đã chọn được bộ hệ số của mô hình ứng dụng có độ phù hợp khá cao để tính toán trường sóng, trường dòng chảy và mực nước tại khu vực nghiên cứu là vùng biển quanh đảo Trường Sa.

Tại khu vực ven bờ biển về phía Bắc xuất hiện trầm tích bồi tụ khá lớn, độ dày trầm tích có thời điểm đạt tới 13 m với tốc độ bồi tụ có thời điểm lên tới 0,3 m/ngày. Còn ven bờ đảo từ phía Nam đến Đông xảy ra xói lở khiến độ dày trầm tích giảm từ 5 m đến 10 m, có thời điểm xuất hiện xói lở trầm tích lên đến 12 m. Ở vị trí cách đảo 200 m về phía Bắc xuất hiện xói lở đáy biển khoảng 5 đến 7.5 m.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho công tác quy hoạch, đề xuất xây dựng công trình biển xung quanh đảo, cũng như lập kế hoạch nạo vét luồng lạch nhằm tránh được các tác động tiêu cực của tự nhiên.

Thông tin về đặc trưng trường thủy động lực và đặc điểm biến đổi địa hình là cơ sở phục vụ cho các hoạt động huấn luyện, tác chiến

của Hải quân và phòng chống xói lở, sụt lún, bảo vệ vững chắc chủ quyền biên, hải đảo thiêng liêng của Tổ quốc. ○

Tài liệu tham khảo

[1]. Đinh Văn Ưu, “*Mô hình vận chuyển trầm tích và biến động địa hình đáy áp dụng cho vùng biển cửa sông cảng Hải Phòng*”. Tạp chí ĐHQG Hà Nội, KHTN và Công Nghệ số 1S (2009).

[2]. Vũ Quang Huy. “*Điều tra khảo sát đánh giá hiện trạng môi trường khu vực Quần đảo Trường Sa*”. Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, năm 1996.

[3]. Quân chủng Hải quân, “*Địa lý quân sự Hải quân*”. Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, 2004.

[4]. R. Dean and R. Dalrymple, 2004. *Coastal Processes with Engineering Applications*. Cambridge University Press.

[5]. MIKE 21/3 SW/HD, 2017. *Spectral Waves & Hydrodynamic Module - Scientific Documentation*. DHI Water & Environment, Denmark.

[6]. MIKE 21/3 HD/ST, 2017. *Flow Model FM & Sand Transport Module*. DHI Water & Environment, Denmark.

[7]. Smith, T. J., and O'Connor, B. A., 1977. *A Two-Dimensional Model for Suspended Sediment Transport*. IAHR-congress, Baden-Baden, West Germany.

[8]. Copernicus Climate Change Service, 2017. *ERA5: Fifth Generation of ECMWF Atmospheric Reanalyses of the Global Climate*. United Kingdom: Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), Retrieved from. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>

Summary

Characteristics and transformation of seabed topography in Truong Sa Island area

Khuong Van Long, Le Van Tuan, Hoang Van Thanh, Nguyen Dinh Hai, Do Van Mong
Vietnam's People Naval Hydrographic and Oceanographic Department

[9]. ECMWF, 2021. *Operational configurations of the ECMWF Integrated Forecasting System (IFS)*. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ECMWF. <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/documentation-and-support> (accessed 07.07.2021)

[10]. ECMWF, 2017. *SEAS5 User Guide*. Reading, UK.

[11]. Kensuke Naito, Hongbo Ma, Jeffrey A. Nittrouer, Yuanfeng Zhang, 2019. *Extended Engelund–Hansen type sediment transport relation for mixtures based on the sand-silt-bed Lower Yellow River, China*. Journal of Hydraulic Research 57(8):1-16.

[12]. Frank Engelund, Jorgen Fredsoe, 1976. *A Sediment Transport Model for Straight Alluvial Channels*. Hydrology Research 7(5).

[13]. Julio A. Zyserman and Jørgen Fredsøe, 1994. *Data Analysis of Bed Concentration of Suspended Sediment*. Journal of Hydraulic Engineering Vol. 120, Issue 9 (September 1994).

[14]. Alban Kuriqi, Kocileri, Mehmet Ardicioglu, 2020. *Potential of Meyer-Peter and Müller approach for estimation of bed-load sediment transport under different hydraulic regimes*. Modeling Earth Systems and Environment 5(4):1-9

[15]. Ackers, P., and W. R. White, 1973. *Sediment transport: New approach and analysis*. ASCE Journal of the Hydraulics Division, Vol. 99, HY11.

[16]. <https://amti.csis.org/island-tracker/vietnam/> ○

This study evaluates the impact of key factors of marine hydrodynamics, such as waves or currents on transformation process of topography, bottom and coast geomorphology in Truong Sa Island area of Truong Sa archipelago based on a continuous database of many years. MIKE model was used to calculate and simulate the impact of the wave and current on the sedimentation and erosion process that changes the seabed's topography. Calculated results show that wave height and flow rate compared to actual measured data of 73.5% and 60.6%, respectively, which are qualified according to Nash criteria. There is quite a large accumulation of sediment In the coastal area to the North, where the thickness of the sediment sometimes reaches 13 m and the accretion rate may sometimes be up to 0.3 m/day. On the other hand, erosion occurs along the south to the eastward coast, causing the sediment thickness to decrease from 5 to 10 m, sometimes up to 12 m. At a location 200 m north of the island, seafloor erosion is about 5 m to 8 m. The research results contribute the scientific basis for planning, advising and proposing the construction of marine defence works, as well as planning the maintenance and dredging of the channel to minimize the negative natural impacts, providing information for training, maneuvering and combat activities to ensure the effectiveness of the Navy's operations in remote islands.○

Keywords: East Vietnam Sea, Truong Sa archipelago, seabed topography, hydrodynamics.

GIẢI PHÁP XỬ LÝ DỮ LIỆU TÍCH HỢP.....

(Tiếp theo trang 8)

[5]. Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Thanh Trang, Lương Thanh Thạch, Nguyễn An Định, Trần Văn Hải, Đỗ Văn Mong, 2020. *Quy chiếu trị đo sâu địa hình đáy biển dựa trên mô hình tính toán thủy triều và các mô hình mặt biển*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 44 - 6/2020;

[6]. Pavlis, N.K., S.A. Holmes S.A., S.C. Kenyon, D. Schmidt, and R. Timmer, 2004. A Preliminary Gravitational Model to Degree 2160. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes

(Eds.): Gravity, Geoid and Space Missions, GGSM 2004, IAG International Symposium, Porto, Portugal, August 30 - September 3, 2004. International Association of Geodesy Symposia, Volume 129, ISDN 3 - 540 - 26930 -4, Springer Berlin Heidelberg New York.

[7]. Lương Thanh Thạch, Nguyễn An Định, Nguyễn Thị Hồng, Trần Văn Hải, 2020. *Quy chiếu trị đo sâu địa hình đáy biển dựa trên các mô hình mặt biển*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 43 - 3/2020.○

Summary

Solution of integrated data processing for building sea surface models

Luong Thanh Thach, Hanoi University of Natural Resources and Environment

This study analyzes the mathematical basis of using different data sources (global and national data) for establishing sea surface models. First, the advantages and disadvantages of the current methods were overviewed. Then, the international coordinate system WGS84 and the national elevation system Hon Dau (HP72) were proposed for building sea surface models. The experimental results show that our solution is feasible and practical in Vietnam.○