

# MÔ PHỎNG DIỄN BIẾN XÓI LỞ BỜ BIỂN NHA TRANG DO TÁC ĐỘNG CỦA BÃO DAMREY

Bùi Văn Chanh<sup>(1)</sup>, Cấn Thu Văn<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

<sup>(2)</sup>Đại học Tài nguyên Môi trường thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 03/01/2022; ngày chuyển phản biện: 04/01/2022; ngày chấp nhận đăng: 18/01/2022

**Tóm tắt:** Xói lở ven bờ Nha Trang trong những năm gần đây diễn biến phức tạp, trong đó, tác động của bão gây ra xói lở rất nghiêm trọng và làm hư hại nhiều công trình, nhà cửa. Nghiên cứu này đã ứng dụng mô hình Mike 21 để mô phỏng xói lở, bồi tụ trong vịnh Nha Trang do sóng lớn, nước dâng, triều cường trong cơn bão Damrey. Bản đồ địa hình, địa mạo trong vịnh Nha Trang và số liệu khí tượng, thủy văn, hải văn của tỉnh Khánh Hòa được thu thập để thiết lập mô hình Mike 21. Ngoài ra, đầu ra của các mô hình Mike 11, ROMs, Mike 21 Toolbox được kết nối với mô hình Mike 21 để tăng khả năng mô phỏng. Kết quả của nghiên cứu đã xác định được mức độ xói lở ven bờ vịnh Nha Trang; trong đó, khu vực xói lở mạnh được xác định từ công viên Yến Phi đến khách sạn Yasaka và từ cảng Vinpearl cũ đến dinh Bảo Đại.

**Từ khóa:** Xói lở vịnh Nha Trang, bão Damrey.

## 1. Mở đầu

Nha Trang là 1 trong 29 vịnh đẹp của Thế giới nên thu hút được nhiều khách du lịch, cùng với đó là việc xây dựng nhiều công trình ven biển để phát triển dịch vụ, kinh tế xã hội. Trong những năm gần đây, diễn biến xói lở và bồi tụ ven bờ của vịnh Nha Trang diễn biến phức tạp, làm hư hại nhiều công trình ven biển, thiệt hại tài sản, xâm thực bờ biển. Mặc dù số lần tác động của gió mùa Đông Bắc đến xói lở và bồi tụ nhiều hơn so với tác động của bão; tuy nhiên, thiệt hại xói lở và bồi tụ trong bão lớn hơn nhiều. Hiện tượng xói lở và bồi tụ không chỉ xảy ra mạnh mẽ trong các cơn bão đổ bộ vào vịnh Nha Trang mà những cơn bão tác động gián tiếp cũng gây thiệt hại đáng kể.

Vịnh Nha Trang là khu vực ít có bão đổ bộ so với các khu vực khác của Khánh Hòa cũng như ở Nam Trung Bộ. Tuy nhiên, cường độ bão và tần suất bão đổ bộ, ảnh hưởng đến vịnh Nha Trang tăng trong những năm gần đây. Năm 1998, ảnh

hưởng trực tiếp của cơn bão Faith đã gây ra sóng trong vịnh Nha Trang từ 2,0 - 3,5 m; năm 2013 do ảnh hưởng của rìa xa cơn bão Thirty và Haiyan đã gây ra sóng cao 1,5 - 2,5 m [5]; gần đây nhất là siêu bão Rai (2021) gây ra sóng cao từ 2,0 - 3,0 m. Năm 2020 cơn bão Etau đổ bộ vào khu vực Vạn Ninh đã gây ra sóng trong vịnh Nha Trang từ 2,0 - 3,5 m; đặc biệt siêu bão Damrey đổ bộ vào Ninh Hòa - Nha Trang đã gây ra sóng cao từ 3,5 - 4,5 m [3]. Với tác động của sóng lớn, nước dâng do bão, kết hợp với triều cường đã gây xâm thực nghiêm trọng bờ biển, phá hủy công trình trong vịnh Nha Trang. Trong khoảng 10 gần đây, tốc độ đô thị hóa ở Nha Trang diễn ra rất mạnh mẽ, cùng với đó là phát triển của các công trình ven biển, nên việc nghiên cứu tác động của xói lở do bão đến các công trình là cần thiết. Nghiên cứu mô phỏng xói lở do sóng lớn gây ra trong cơn bão ảnh hưởng trực tiếp giúp địa phương chủ động phòng chống thiên tai, bảo vệ công trình bờ biển và quy hoạch phù hợp để phát triển vịnh Nha Trang. Cho đến nay có 02 cơn bão được ghi nhận ảnh hưởng trực tiếp đến vịnh Nha Trang là cơn bão Faith năm 1998 và Damrey năm 2017, trong đó, Damrey là

Liên hệ tác giả: Bùi Văn Chanh  
Email: buivanchanh@gmail.com

siêu bão có cường độ lớn nhất đổ bộ vào vịnh Nha Trang và sức tàn phá lớn hơn rất nhiều so với bão Faith. Do đó, trong nghiên cứu này mô phỏng diễn biến xói lở và bồi tụ ven bờ vịnh Nha Trang do cơn bão Damrey gây ra.

Trước những diễn biến xói lở và bồi tụ phức tạp ở ven bờ vịnh Nha Trang, đã có một số công trình nghiên cứu xác định lượng trầm tích thiếu hụt và bổ sung tại một khu vực. Trong đó, khu vực bưu điện tỉnh và cảng Hải Quân có xu hướng xói khi có gió mùa Đông Bắc hoạt động và xu hướng bồi từ cảng Hải Quân đến cầu Trần Phú trong thời kỳ gió mùa Tây Nam [2]. Để có giải pháp ổn định bãi tắm Nha Trang, phương pháp nuôi bãi đã được nghiên cứu để phát triển du lịch [6, 7]. Ngoài ra, đặc điểm địa mạo và trầm tích trong vịnh Nha Trang cũng được nghiên cứu để xác định nguyên nhân, mức độ xói lở và bồi tụ khu vực ven bờ [1]. Mặc dù đã có một số nghiên cứu về xói lở và bồi tụ ven bờ vịnh Nha Trang, nhưng nghiên cứu tác động của bão gây ra là rất ít; trong khi đó, tác động của bão đến xói lở, bồi tụ bờ biển Nha Trang xảy ra mạnh mẽ và nghiêm trọng hơn rất nhiều so với gió mùa Đông Bắc. Do đó, nghiên cứu xói lở do bão gây ra ở ven bờ vịnh Nha Trang phục vụ phòng chống ứng phó, quy hoạch xây dựng công trình biển là rất cần thiết.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Để mô phỏng diễn biến xói lở và bồi tụ ven bờ vịnh Nha Trang do bão Damrey gây ra, nghiên cứu đã sử dụng mô hình Mike 21 với hệ thống lưới lồng với miền tính lớn là vùng biển tỉnh Khánh Hòa và chi tiết với lưới tính mịn hơn cho vịnh Nha Trang. Mô hình Mike 21 FM được thiết lập để mô phỏng tác động của sóng, hải lưu, thủy triều, nước dâng đến diễn biến xói lở và bồi tụ với số liệu khí tượng, thủy văn, hải văn, địa hình, địa mạo được thu thập và đo đạc khảo sát [4]. Ngoài ra, mô hình Mike 21 FM còn được kết nối với đầu ra của mô hình Mike 21SW, Mike 11, Mike 21 Toolbox, ROMs để mô phỏng tác động của nhiều yếu tố đến quá trình xói lở, bồi tụ và đảm bảo số liệu hải văn, thủy văn đầu vào.

### 2.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 21SW

Hiện tượng thủy lực của sóng trọng lực được mô tả bằng phương trình chuyển động cho mật độ sóng. Để áp dụng cho phạm vi không gian

nhỏ, phương trình chuyển động cơ bản thường được tạo thành công thức trong hệ tọa độ Đề - các, trong khi đó hệ tọa độ cực được sử dụng cho phạm vi không gian lớn. Phổ mật độ sóng biến đổi theo không gian và thời gian là một hàm của hai tham số pha sóng, bao gồm cả độ lớn  $k$  và hướng  $\theta$ . Bên cạnh đó các tham số pha sóng là hướng sóng  $\theta$  và tần số góc tương đối ( $\delta = 2\pi f_r$ ). Mật độ hoạt động  $N(\delta, \theta)$  và mật độ năng lượng  $E(\delta, \theta)$  có mối quan hệ  $N = E/\delta$  [12].

Độ lớn của nhóm vận tốc  $c_g$ , năng lượng sóng có quan hệ với dòng chảy như sau [12]:

$$c_g = \frac{\partial \delta}{\partial k} = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2kd}{\sin(2kd)} \right) \frac{\delta}{k} \quad (1)$$

Pha vận tốc  $c$  của sóng có mối quan hệ với dòng chảy như sau:  $c = \delta/k$ .

Phổ tần số ( $\delta$ ) được tách ra một phần xác định trước sao cho các tần số nhỏ hơn một tần số cắt bỏ và một phần chuẩn đoán phân tích sao cho các tần số lớn hơn tần số cắt bỏ. Một tần số thủy lực cắt bỏ phụ thuộc vào tốc độ gió địa phương và tần số trung bình được sử dụng như trong mô hình WAM. Trên giới hạn cắt bỏ tần số của vùng trước, một thông số cuối được thể hiện như sau [12]:

$$E(\delta, \theta) = E(\delta_{max}, \theta) \left( \frac{\delta}{\delta_{max}} \right)^{-m} \quad (2)$$

Trong đó:  $m = 5$ , tần số định trước lớn nhất được xác định như sau:

$$\delta_{cut-off} = \min[\delta_{max}, \max(2.5\bar{\delta}, 4\delta_{PM})]$$

Trong đó: Là tần số tách rời lớn nhất, được sử dụng trong mô hình sóng và là tần số trung bình tương đối.  $\delta_{PM} = g/(28u_{10})$  là tần số đỉnh Pierson Moskowitz cho phát triển sóng đầy đủ,  $u_{10}$  là vận tốc gió tại độ cao 10 m so với mặt nước biển. Dưới tần số nhỏ nhất của mật độ phổ được giả định là 0 [12].

### 2.2. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 21FM

MIKE 21FM là mô hình 2 chiều dựa trên hệ phương trình với độ sâu trung bình, mô tả chuyển động của mực nước và vận tốc theo 2 chiều (vận tốc  $U$  và  $V$ ) trên hệ tọa độ Đề - các [10].

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}Uh + \frac{\partial}{\partial y}Vh = F_s \quad (3)$$

Phương trình chuyển động 2 hướng:

$$\begin{aligned} \frac{\partial s}{\partial t} + U\frac{\partial U}{\partial x} + V\frac{\partial U}{\partial y} + g\frac{\partial s}{\partial x} + \\ \frac{g}{c^2d}U\sqrt{U^2 + V^2} + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial U}{\partial x}\right) + \\ \frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial U}{\partial y}\right) = F_s U_s \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial s}{\partial t} + U\frac{\partial V}{\partial x} + V\frac{\partial V}{\partial y} + g\frac{\partial s}{\partial x} + \\ \frac{g}{c^2d}V\sqrt{U^2 + V^2} + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \\ \frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial V}{\partial y}\right) = F_s V_s \end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó:  $s$  là mực nước lên xuống;  
 $h$  là tổng độ sâu mực nước;  
 $C$  là hệ số Chezy;  
 $K_{xx}$  và  $K_{yy}$  là hệ số xoáy nhớt;  
 $F_s$  là nguồn;  
 $U_s$  và  $V_s$  là vận tốc ban đầu.

Hệ phương trình trên được giải bằng cách sai phân ô lưới so le và thuật toán quét đúp sơ đồ ẩn không hoàn toàn được gọi là ADI (Alternating Direction Implicit). Bằng việc viết lại giới hạn đối lưu và ma sát, hệ phương trình trên được giải xen kẽ với thuật toán của Abbott và Rasmussen (1977). Bằng phương pháp trên, hệ phương trình được giải hiệu quả hơn bao gồm những đường căn bản liên tục quét qua khu vực miền tính [10].

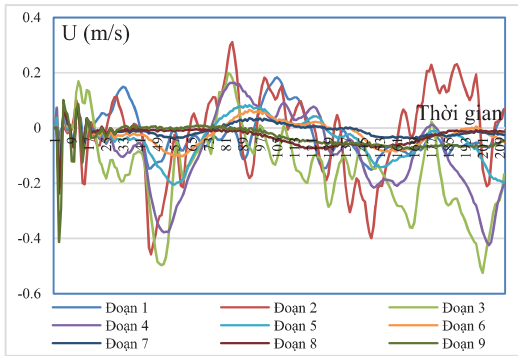
### 3. Mô phỏng diễn biến xói lở do tác động của bão đến vịnh Nha Trang

#### 3.1. Xử lý dữ liệu đầu vào

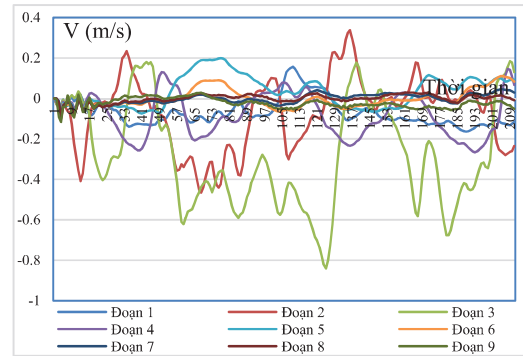
Số liệu địa hình Mike 21SW và Mike 21FM được xử lý từ bản đồ DEM độ phân giải 450 m được thu thập cho vùng ven biển tỉnh Khánh Hòa và độ phân giải 1,8 km được thu thập cho khu vực nam Biển Đông [13]. Bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 hệ tọa độ VN2000 được thu thập cho các xã ven biển tỉnh Khánh Hòa và số hóa thuộc tính độ cao. Dữ liệu bản đồ DEM được hiệu chỉnh với địa hình của 09 mặt cắt đã đo đạc tại vịnh Nha Trang trong tháng 9 và 12 năm 2020 và chuyển đổi để sử dụng thống nhất hệ tọa độ

VN2000 [4]. Các bản đồ và dữ liệu đo đạc được sử dụng xây dựng địa hình đầu vào cho mô hình Mike 21SW và Mike 21FM.

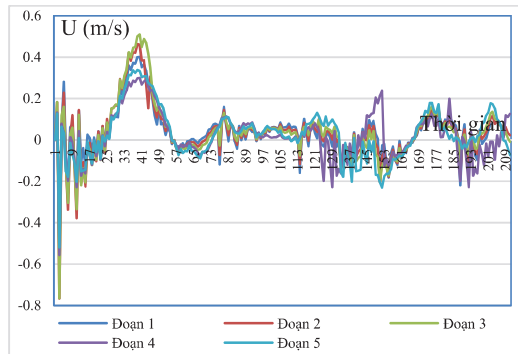
Nghiên cứu đã sử dụng số liệu tái phân tích từ mô hình ROMs [14] để làm biên hải lưu thành phần ( $u$  và  $v$ ) cho mô hình Mike 21FM ở vùng biển Khánh Hòa, độ dài biên phía Nam là 60 km được chia thành 10 đoạn, biên phía Đông là 120 km được chia thành 20 đoạn, biên phía Bắc là 45 km được chia thành 9 đoạn, mỗi đoạn trên từng biên có độ dài bằng nhau và được tính hải lưu trung bình (Hình 1 và 2). Đầu ra của mô hình Mike 21FM của vùng biển Khánh Hòa được kết nối với biên mô hình Mike 21FM của vịnh Nha Trang; với biên phía Đông và phía Nam là 8 km được chia thành 4 đoạn, biên phía Bắc là 10 km được chia thành 5 đoạn và trung bình hải lưu thành phần ( $u$  và  $v$ ) mỗi đoạn là đầu vào cho mô hình Mike 21FM (Hình 3 và 4). Mô phỏng tương tự được thực hiện với mô hình Mike 21SW và sử dụng kết quả đầu ra của mô hình này làm đầu vào cho mô hình Mike 21FM. Số liệu gió đầu vào của mô hình Mike 21SW được xử lý từ số liệu tái phân tích ERA Interim của Trung tâm Dự báo Hạn vừa Châu Âu [14]. Tác động của thủy triều đến mô phỏng sóng, hải lưu, nước dâng được tính toán từ công cụ mô phỏng triều trong mô hình Mike 21 Toolbox [11]. Kết quả mô phỏng triều được chuẩn hóa cao độ Quốc gia với số liệu thực đo tại Vũng Rô và Cam Ranh trong đợt đo từ ngày 5 đến 12 tháng 9 và từ ngày 8 đến 16 tháng 12 năm 2020; số liệu tại cầu Trần Phú (Nha Trang) từ ngày 25 đến 29 tháng 11 năm 2015 [4]; đánh giá chất lượng mô phỏng bằng chỉ tiêu Nash từ 0,72 đến 0,96, đạt loại khá và tốt theo tiêu chuẩn của WMO (Hình 5 và 6). Ngoài ra, quá trình xói lở và bồi tụ ven bờ Nha Trang còn chịu sự tác động của lưu lượng và phù sa sông Cái Nha Trang; do đó, nghiên cứu đã sử dụng mô hình Mike 11 để diễn toán các yếu tố trên từ trạm thủy văn Đồng Trăng đến cửa ra Trần Phú và Bình Tân. Mô hình Mike 11 được hiệu chỉnh với trận lũ từ ngày 29/10 đến 13/11 năm 2010 tại 5 vị trí dọc sông và kiểm định với trận lũ từ ngày 19/11 đến ngày 01/12 năm 1985 tại trạm Diên An; đánh giá chất lượng mô phỏng bằng chỉ tiêu Nash từ 0,87 đến 0,92, đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO (Hình 7 và 8) [8].



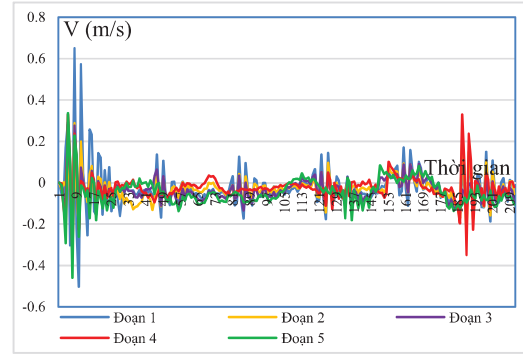
Hình 1. Vận tốc thành phần u tại mỗi đoạn trên biên phía Bắc Khánh Hòa



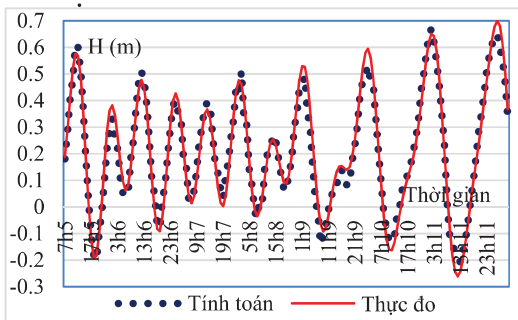
Hình 2. Vận tốc thành phần v tại mỗi đoạn trên biên phía Bắc Khánh Hòa



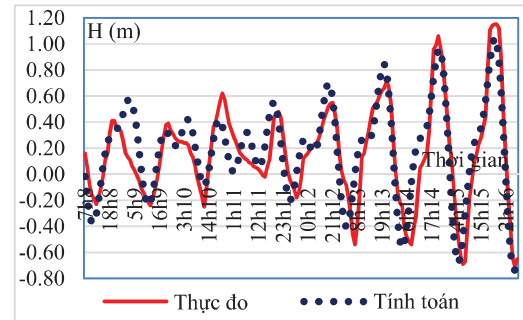
Hình 3. Vận tốc thành phần u tại mỗi đoạn trên biên phía Bắc Nha Trang



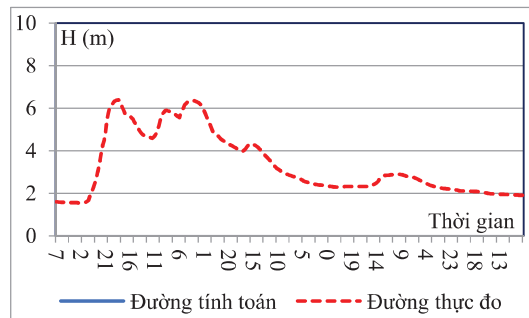
Hình 4. Vận tốc thành phần v tại mỗi đoạn trên biên phía Bắc Nha Trang



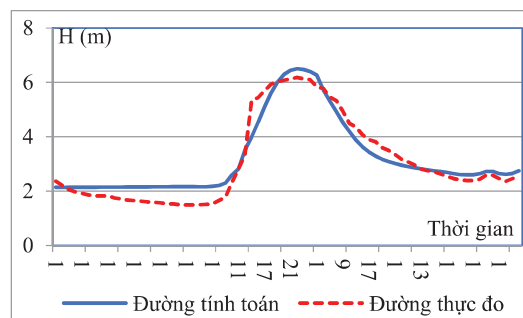
Hình 5. Kiểm định mực nước triều tại Cam Ranh đợt đo tháng 9 năm 2020



Hình 6. Kiểm định mực nước triều tại Cam Ranh đợt đo tháng 12 năm 2020



Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh tại trạm thủy văn Diên An



Hình 8. Kết quả kiểm định tại trạm thủy văn Diên An



Bản đồ hệ số nhám đáy biển và phân cấp hạt trầm tích được xây dựng từ bản đồ địa chất, thổ nhưỡng vùng biển Khánh Hòa và vịnh Nha Trang. Số liệu phân cấp hạt trầm tích trong vịnh Nha Trang được phân tích từ 3 đợt lấy mẫu trong thời kỳ thịnh hành gió mùa Tây Nam (tháng 9) và gió mùa Đông Bắc (tháng 11 và 12) năm 2020 [4].

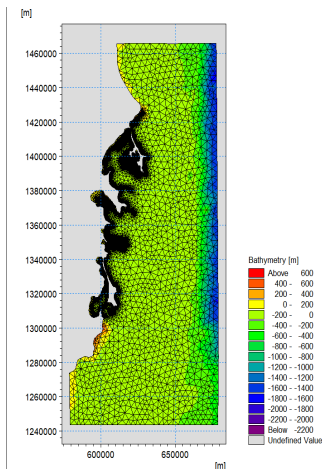
### 3.2. Thiết lập mô hình

Các bản đồ, số liệu đo đạc mặt cắt sau khi xử lý được sử dụng để tạo địa hình cho mô hình Mike 21SW và Mike 21FM. Lưới miền tính phi cấu trúc vùng biển Khánh Hòa gồm 55.985 nút và được chia với diện tích ô lưới lớn nhất 10 km<sup>2</sup>, khu vực ven bờ và các đảo được chia chi tiết với ô lưới lớn nhất có diện tích 0,04 km<sup>2</sup> (40.000 m<sup>2</sup>) (Hình 9). Lưới miền tính phi cấu trúc ở vịnh Nha Trang gồm có 20.710 nút và được chia với ô lưới có diện tích lớn nhất là 5.000 m<sup>2</sup>, khu vực ven bờ, các đảo và công trình được chia chi tiết với

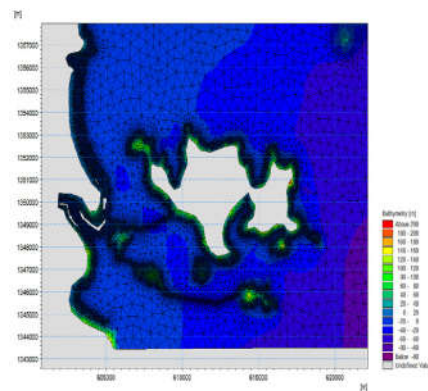
ô lưới lớn nhất là 500 m<sup>2</sup> (Hình 10). Ô lưới nhỏ nhất của miền tính vùng biển Khánh Hòa và vịnh Nha Trang có diện tích là 26 m<sup>2</sup>.

Bản đồ hệ số nhám ven bờ biển Khánh Hòa độ phân giải 100 m và trong vịnh Nha Trang độ phân giải 10m được xây dựng từ bản đồ phân bố địa chất, địa mạo (Hình 12) [1]. Bản đồ phân cấp hạt trầm tích d50 được xây dựng từ số liệu đo đạc khảo sát năm 2020 kết hợp với bản đồ phân bố địa chất, địa mạo trong vịnh Nha Trang (Hình 13) [1, 4]. Sử dụng số liệu gió bão Damrey từ bộ số liệu ERA Interim và chuyển đổi số liệu gió thành phần (u và v) theo định dạng của mô hình Mike 21SW với độ phân giải 100 m (Hình 11) [12, 14].

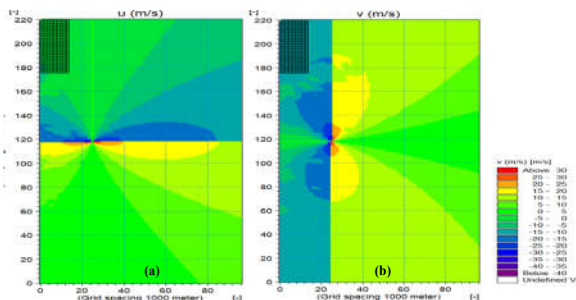
Mô hình được mô phỏng trong thời gian bão Damrey ảnh hưởng trực tiếp, từ 17 h ngày 3 tháng 11 đến 13 h ngày 4 tháng 11 năm 2017. Bước tính là 5 giây và bước thời gian trích xuất kết quả là 15 phút.



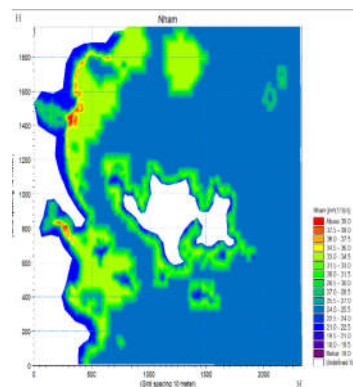
Hình 9. Chia lưới miền tính vùng biển Khánh Hòa



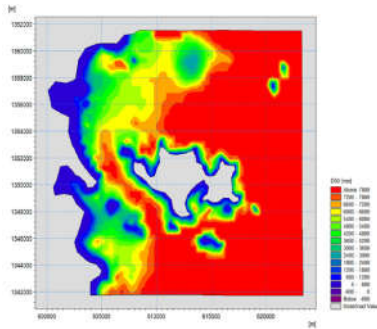
Hình 10. Lưới miền tính trong vịnh Nha Trang



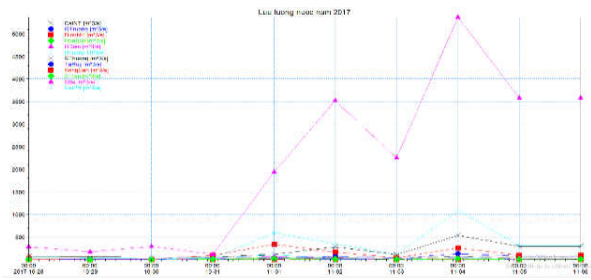
Hình 11. Lớp gió bão Damrey thành phần (a) và (b) khi đổ bộ vào Khánh Hòa lúc 7 h/04/11



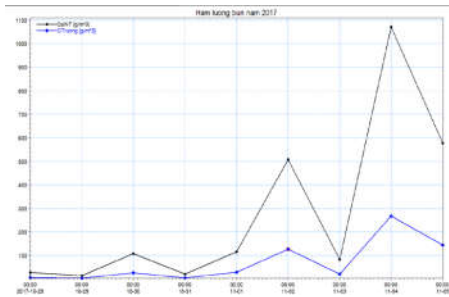
Hình 12. Hệ số nhám vịnh Nha Trang



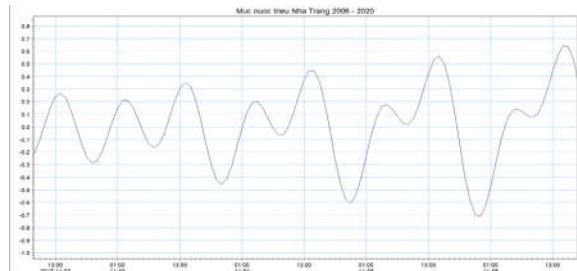
Hình 13. Bản đồ phân cấp hạt trầm tích d50 trong vịnh Nha Trang



Hình 14. Lưu lượng nước cửa sông ven biển tỉnh Khánh Hòa



Hình 15. Hàm lượng bùn cát sông Cái Nha Trang

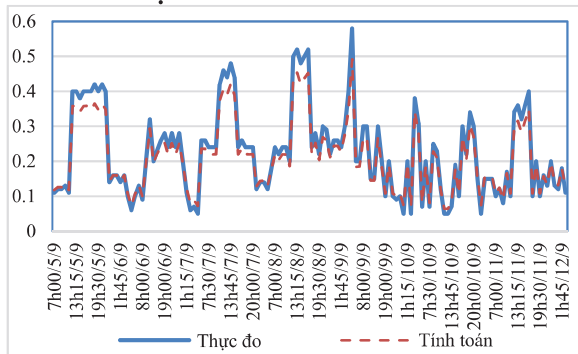


Hình 16. Mức nước triều Nha Trang trong thời gian ảnh hưởng trực tiếp của bão Damrey

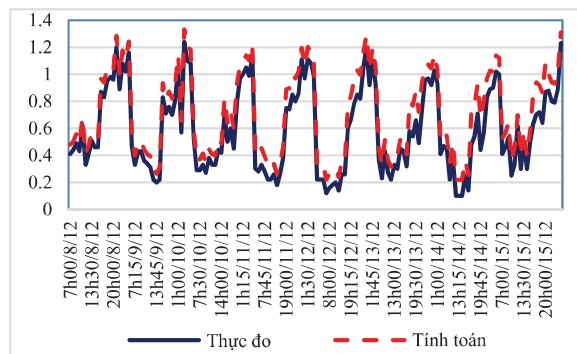
### 3.3. Kết quả mô phỏng xói lở và bồi tụ ven bờ vịnh Nha Trang

Tác động của sóng lớn là nguyên nhân chính gây ra xói lở do tác động của bão, các tác nhân làm gia tăng mức độ xói lở gồm hải lưu ven bờ, nước dâng. Kết quả mô phỏng sóng từ mô hình Mike 21SW được kết nối với mô hình Mike 21FM, bộ thông số của các mô hình này được hiệu chỉnh với số liệu đo sóng tại vịnh Nha Trang từ ngày 05 đến 12 tháng 9 năm 2020 (Hình 17) và kiểm định với số liệu đo từ ngày 08 đến 16 tháng 12 năm 2020 (Hình 18); đánh giá chất

lượng mô phỏng tương ứng là 0,95 và 0,85, đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO. Mô hình Mike 21SW sau khi hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số được sử dụng để mô phỏng sóng trong bão Damrey. Kết quả cho thấy, ven bờ vịnh Nha Trang có sự che chắn của các đảo, đặc biệt là đảo Hòn Tre đã làm cho độ cao sóng biển đổi rất mạnh. Khu vực cửa vịnh có độ cao sóng từ 6 - 8 m, khi vào trong vịnh từ 5 - 7 m, gần bờ phía Nam phổ biến từ 3 - 4 m và phía Bắc từ 2 - 3 m, khu vực cảng Cầu Đá và cáp treo Vinpearl được sự che chắn tốt nhất nên độ cao sóng nhỏ nhất với độ cao từ 1 - 2 m (Hình 20).



Hình 17. Kết quả hiệu chỉnh thông số mô hình Mike 21SW



Hình 18. Kết quả kiểm định thông số mô hình Mike 21SW



từ 4% đến 19,3% và sai số kiểm định từ 12,1% đến 20,6% (Bảng 1 và 2). Trong các khoảng thời gian này, chủ yếu diễn ra quá trình bồi, riêng mặt cắt số 2 xói vào thời kỳ gió Đông Bắc và mặt cắt số 4 xói vào thời kỳ gió Tây

Nam; vị trí mặt cắt được thể hiện trong hình 21. Bộ thông số mô hình Mike 21FM sau khi hiệu chỉnh và kiểm định được sử dụng để mô phỏng xói lở, bồi tụ vịnh Nha Trang trong bão Damrey.

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh thời kỳ gió mùa Đông Bắc 2014 - 2015

Mặt cắt	Khảo sát (m <sup>3</sup> )	Tính toán (m <sup>3</sup> )	Sai số (%)
MC 1 - 1a	13.8	11.1	19.3
MC 1 - 1	5.3	4.5	15.5
MC 2 - 2	- 5.2	- 5.0	4.0
MC 3 - 3	5.3	4.7	10.6
MC 4 - 4	1.2	1.5	19.0

Bảng 2. Kết quả kiểm định thời kỳ gió mùa Tây Nam 2016

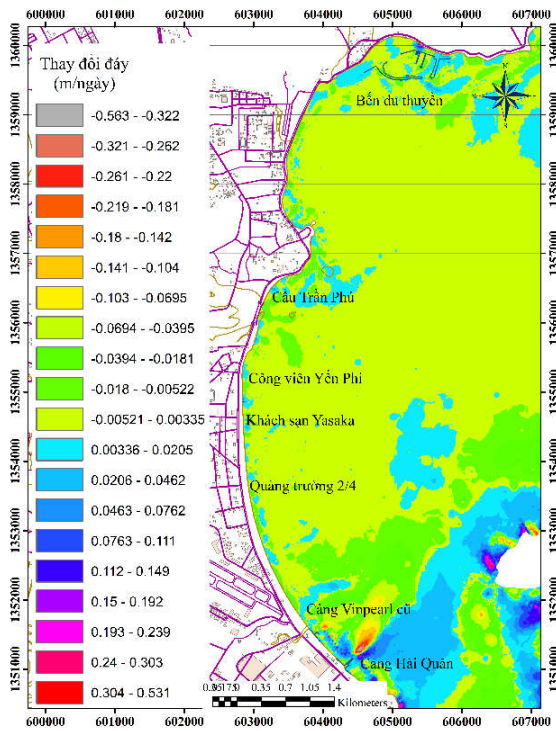
Mặt cắt	Khảo sát (m <sup>3</sup> )	Tính toán (m <sup>3</sup> )	Sai số (%)
MC 1 - 1a	21.9	18.4	15.7
MC 1 - 1	7.6	6.1	20.6
MC 2 - 2	5.8	4.8	17.5
MC 3 - 3	7.6	6.2	19.2
MC 4 - 4	- 2.1	- 1.9	12.1

Tại vị trí cảng Hải quân và Vinpearl cũ có sự xói lở mạnh ở phía đầu cảng và khu vực cách phía Nam của cảng từ 50 - 300 m; ngoài ra, tại chân phía Bắc cảng Hải Quân có sự xói mạnh và lớn hơn nhiều so với khu vực phía Bắc cảng Vinpearl cũ, với tốc độ xói từ - 0,2 đến - 0,3 m/ngày và lớn nhất là - 0,60 m/ngày. Khu vực phía Tây Bắc và Tây Nam của cảng Hải Quân và cách cảng từ 400 - 600 m về phía Nam bị bồi với tốc độ từ +0,1 đến +0,3 m/ngày. Nguyên nhân là do dòng chảy mạnh khu vực đầu các cảng và thiếu hụt trầm tích do sự ngăn cản của cảng Vinpearl cũ; ngoài ra, khu vực phía sau cảng từ 50 - 300 m vừa có dòng xoáy do tác động của công trình vừa có sự tăng tốc của dòng hải lưu ven bờ (Hình 22).

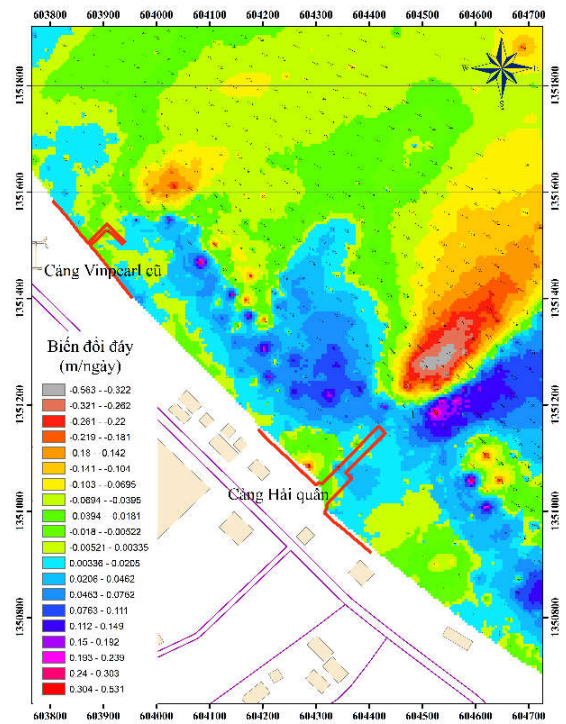
Khu vực công viên Phù Đổng, khách sạn Yasaka và Quảng trường 2/4 có sự xói lở là do sóng khu vực này lớn nhất so với các khu vực ven bờ khác của vịnh Nha Trang, mặc dù tại khu vực này không có sự tăng tốc độ của hải lưu ven bờ (Hình 20 và 23) và với tốc độ xói lở từ - 0,1 đến - 0,4 m/ngày. Ngoài ra, khu vực công viên Yến

Phi xảy ra xói lở là do xuất hiện dòng xoáy và tăng tốc của hải lưu ven bờ do tác động sự lấn ra phía biển của công viên Yersin (Hình 24), với tốc độ xói lở từ - 0,1 đến - 0,2 m/ngày. Khu vực phía Nam Hòn Chồng xảy ra xói lở là do tác động của mũi Hòn Chồng nhô ra biển nên hai lưu tăng tốc độ; khu vực phía Bắc Hòn Chồng, mặc dù có dòng hải lưu nhỏ hơn nhưng độ cao sóng lớn (Hình 25) và tốc độ xói lở từ - 0,1 đến - 0,3 m/ngày. Trên đường Phạm Văn Đồng đoạn qua Ba Làng có độ cao sóng lớn nhưng có bờ kè bằng bê tông nên không xảy ra xói lở, tuy nhiên tác động của sóng lên công trình là rất lớn. Khu vực bến Du thuyền có hiện tượng xói lở nhẹ do sóng không lớn nhưng dòng chảy tăng do tác động của công trình và thiếu hụt trầm tích (Hình 26); với tốc độ xói lở khoảng - 0,1 m/ngày. Khu vực Bãi Tiên có sự nhô ra của dãy núi lên tốc độ dòng hải lưu rất mạnh, ngoài ra khu vực này không được sự che chắn của các đảo nên độ cao sóng lớn nhất so với các khu vực khác ở ven bờ vịnh Nha Trang, tốc độ xói lở khu vực này từ - 0,1 đến - 0,3 m/ngày (Hình 27).

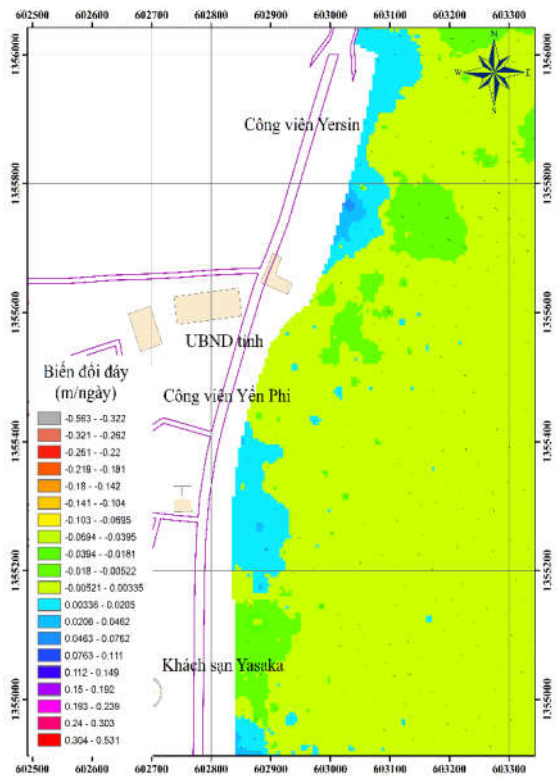




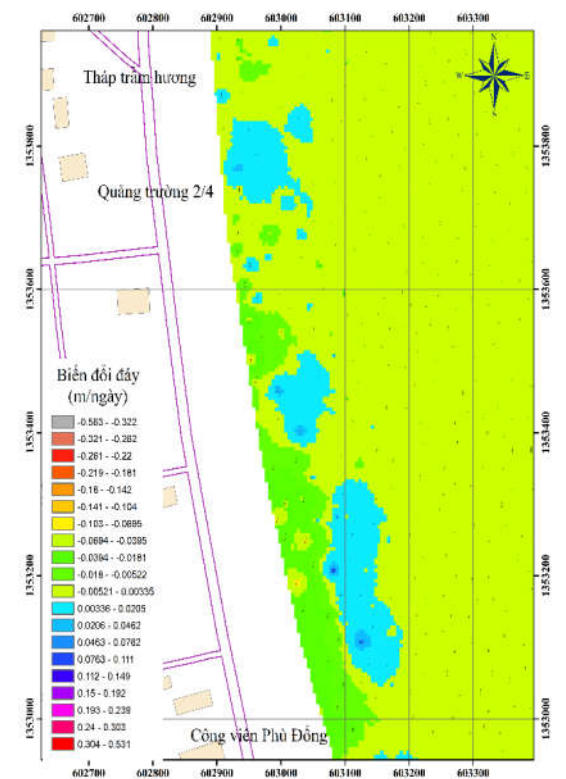
Hình 21. Xói lở và bồi tụ trong vịnh Nha Trang



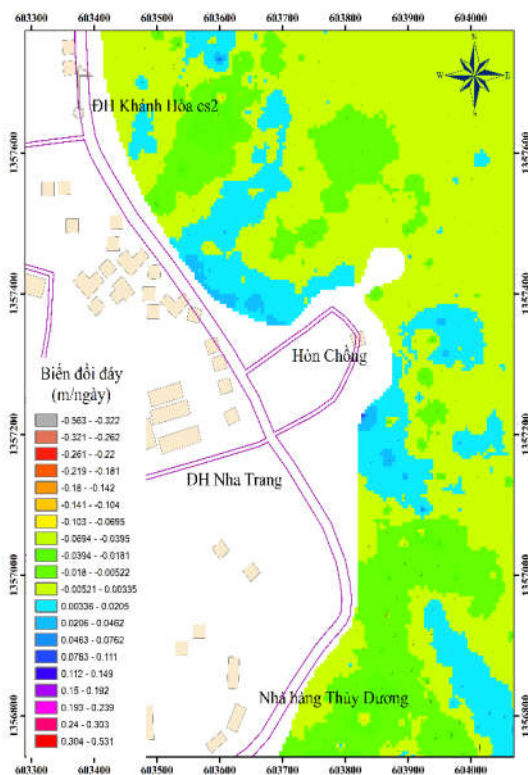
Hình 22. Xói lở mạnh khu vực cảng Hải Quân - Vinpearl cũ



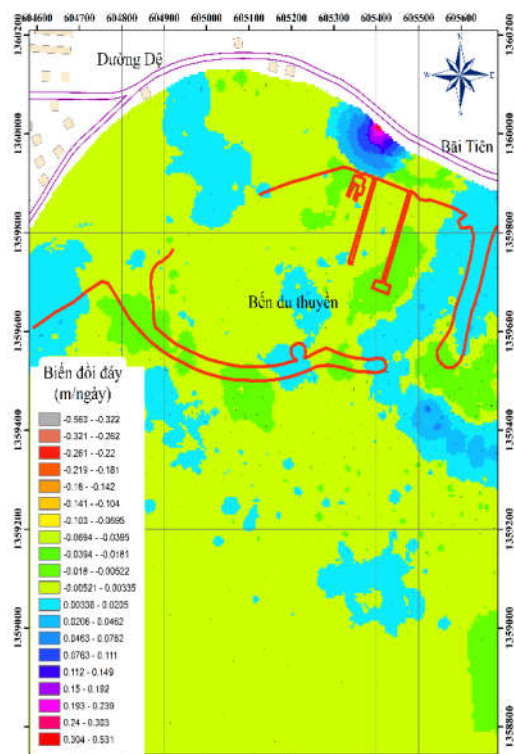
Hình 23. Xói lở khu vực công viên Phú Đồng



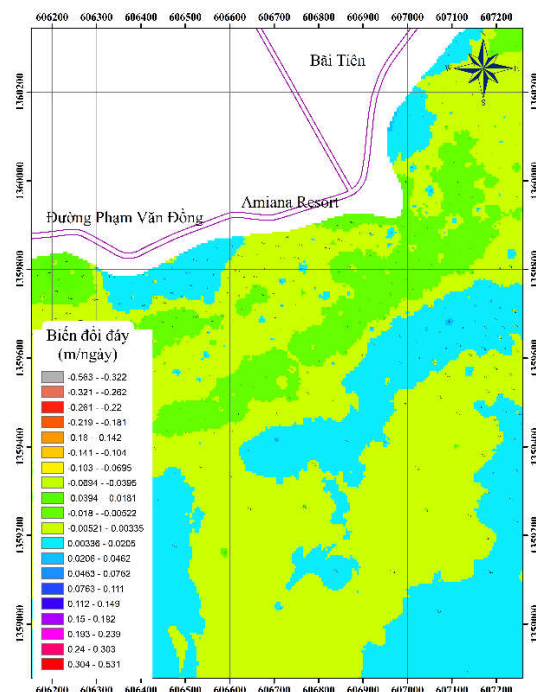
Hình 24. Xói lở nhẹ khu vực phía Nam cầu Trần Phú



Hình 25. Xói lở khu vực Hòn Chồng



Hình 26. Xói lở nhẹ khu vực bến du thuyền



Hình 27. Xói lở khu vực Bãi Tiên

Bãi tắm phía Nam vịnh Nha Trang bị bồi nhẹ từ phía Nam công viên Phù Đổng đến Bãi Dương và khu vực Bưư Điện tỉnh, khách sạn Sheraton

bị xói với tốc độ từ +0,1 đến +0,3m/ngày. Khu vực phía Bắc vịnh Nha Trang bị bồi nhẹ ở khu vực khách sạn Mường Thanh, Vega City và phía

Nam Đại học Khánh Hòa cơ sở 2 với tốc độ bồi từ +0,05 đến +0,15 m/ngày.

#### 4. Kết luận

- Diễn biến xói lở, bồi tụ là một quá trình phức tạp nên cần nhiều yếu tố đầu vào để mô phỏng, nghiên cứu đã sử dụng số liệu thực đo kết hợp với các mô hình số trị, thủy triều (Mike 21 Toolbox), ROMs, Mike 11, Mike 21SW để làm đầu vào cho mô hình Mike 21FM với cá mô đun HD và ST.

- Khu vực bãi tắm phía Bắc và phía Nam của

vịnh bị xói lở sau bão Damrey, khu vực xảy ra xói lở nghiêm trọng ở ven bờ vịnh Nha Trang là phía Nam công trình cảng Hải Quân và Vinpearl cũ.

- Khu vực ven bờ phía Nam xảy ra xói lở và bồi tụ mạnh mẽ hơn khu vực phía Bắc vịnh Nha Trang.

- Các vùng phía Bắc các mũi Chục và Bãi Tiên có núi nhô ra biển nên có dòng chảy mạnh; tuy nhiên khu vực Bãi Tiên có mức độ xói lở cao hơn rất nhiều do địa chất và địa mạo kém kết hợp với sóng lớn hơn nhiều so với khu vực mũi Chục.

#### Tài liệu tham khảo

1. Trần Văn Bình, Nguyễn Đình Đoàn, Phạm Bá Trung, Trịnh Minh Cường (2015), “Đặc điểm địa mạo vịnh Nha Trang và khu vực lân cận”, *Tuyển tập Nghiên cứu Biển*, Tập 21 (số 2), tr.42 - 54.
2. Trần Văn Bình, Nguyễn Đình Đoàn, Bùi Hồng Long, Phạm Bá Trung, Trịnh Minh Cường, Nguyễn Hữu Hải (2018), “Đặc điểm biến đổi hình thái địa hình bãi biển Nha Trang - Khánh Hòa”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, Tập 18 (số 2), tr.124 - 133.
3. Bùi Văn Chanh, Nguyễn Đăng Hùng (2022), “Đánh giá tác động của địa hình ven bờ tỉnh Khánh Hòa đến phân bố sóng trong bão Damrey bằng mô hình Mike 21SW”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số 733, tr.73 - 85.
4. Bùi Văn Chanh (2021), *Báo cáo tổng kết đề tài: Điều tra, đánh giá xác định nguyên nhân và đề xuất các giải pháp nhằm ổn định các cửa sông và vùng bờ ven biển tỉnh Khánh Hòa*, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ chủ trì, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Khánh Hòa chủ quản.
5. Phạm Sỹ Hoàn, Lê Đình Màu, Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Đức Thịnh, Nguyễn Chí Công (2015), “Nghiên cứu các đặc trưng của trường sóng trong vịnh Nha Trang bằng mô hình Mike 21”, *Tuyển tập Nghiên cứu Biển*, Tập 21 (số 2), tr.1 - 12.
6. Vũ Công Hữu, Đinh Văn Ưu (2016), “Tính toán chế độ sóng và vận chuyển trầm tích dọc bờ trong vịnh Nha Trang - tỉnh Khánh Hòa”, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32 (số 3S), tr.122 - 129.
7. Bùi Hồng Long, Nguyễn Chí Công, Trần Văn Bình (2019), “Cân bằng vật liệu và khả năng nuôi bãi cho khu vực bờ bắc cửa sông Cái vịnh Nha Trang”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, Tập 19 (số 2), tr.243 - 253.
8. Nguyễn Văn Lý (2010), *Báo cáo tổng kết dự án: Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt lưu vực sông Dinh Ninh Hòa và sông Cái Nha Trang*, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ chủ trì, Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Khánh Hòa chủ quản.
9. Lê Đình Màu (2019), *Báo cáo tổng kết đề tài: Đặc điểm khí tượng, hải văn, động lực biển tỉnh Khánh Hòa*, Viện Hải Dương học Nha Trang chủ trì, Sở Khoa học và Công nghệ Khánh Hòa chủ quản.
10. DHI (2014), *Mike 21 Hydrodynamic and Transport Module*, Scientific Documentation.
11. DHI (2014), *Mike 21 Toolbox*, Tidal Analysis and Prediction Module Scientific Documentation.
12. DHI (2014), *Mike 21 Spectral Wave Model*, Scientific Documentation.
13. <https://earthexplorer.usgs.gov>.
14. <https://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim - full - daily>.

# SIMULATION OF EROSION PROGRESSING ON NHA TRANG COAST DUE TO IMPACTS OF DAMREY TYPHOON

Bui Van Chanh<sup>(1)</sup>, Can Thu Van<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Southern Central Region Hydro - Meteorology Center, VMHA

<sup>(2)</sup>Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment

Received: 03/01/2022; Accepted: 18/01/2022

**Abstract:** In recent years, erosion on coast of Nha Trang has been complicated by impact of typhoons which has caused very serious erosion and damaged many infrastructures and houses. This researching Mike 21 model was applied to simulate erosion and accretion in Nha Trang bay which was impacted by high waves, storm surge, high tide to erosion during Damrey typhoon. Topography and geomorphology maps in Nha Trang bay and meteorology, hydrology and ocean data of Khanh Hoa province were collected to establish Mike 21 model. In addition, the output of Mike 11, ROMs and Mike 21 Toolbox models was connected to Mike 21 model to enhance ability of simulation. The results simulated the erosion intensity on coast of Nha Trang bay which is showed the strong erosion areas from Yen Phi park to Yasaka hotel and from the old Vinpearl port to Bao Dai palace.

**Keywords:** Erosion on coast of Nha Trang, Damrey typhoon.