

# NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN TRƯỜNG SÓNG VÀ DÒNG RIP (RIP CURRENT) KHU VỰC BÃI BIỂN CÙ HIN

CN. **Ngô Nam Thịnh**, CN. **Trần Tuấn Hoàng** - Phân viện KTTV và Môi trường phía Nam  
PGS. TS. **Nguyễn Kỳ Phùng** - Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

**D**òng Rip (Rip Current) được xem là một trong những nguy hiểm hàng đầu ở các bãi tắm tại Việt Nam và trên thế giới. Mỗi năm, dòng rip đã lấy đi sinh mạng của nhiều người tắm biển cho dù người đó đã biết bơi. Vì vậy, bài báo đã ứng dụng phương pháp của Longuet-Higgins và Stewart (1964) để tính toán dòng rip dựa vào ứng suất bức xạ sóng (Radiation Stress) tại bãi tắm Cù Hin nhằm xác định vị trí cũng như cường độ của dòng rip vào mùa gió đông bắc.

## 1. Cơ sở lý thuyết

MIKE 21 là gói phần mềm hàng đầu thế giới trong việc mô phỏng dòng chảy mặt thoáng 2 chiều, sóng, chuyển tải trầm tích, hình thái và các quá trình môi trường. Sự kết hợp của giao diện thân thiện với người sử dụng, tính nhanh chóng và tin cậy trong hoạt động mô phỏng đã làm cho MIKE 21 đóng một vai trò quan trọng thực sự trong các mô hình ở đất liền, vùng bờ biển và ngoài khơi. Kết quả của mô hình sóng MIKE 21 SW là đầu vào cho mô hình MIKE 21 HD.

MIKE 21 SW là module tính sóng

Phương trình chủ đạo là phương trình cân bằng sóng hoạt động trong hệ tọa độ Đécac (Komen et

al.(1994) và Young (1999). Theo hướng tọa độ ngang, phương trình bảo toàn động lượng sóng được viết như sau:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{v}N) = \frac{S}{\sigma} \quad (1)$$

Trong đó  $N(x, \sigma, \theta, t)$  là mật độ ảnh hưởng,  $t$  là thời gian,  $x(x, y)$  là hệ tọa độ Cartesian,  $v(cx, cy, c\theta)$  là vận tốc truyền của nhóm sóng,  $S$  là số hạng gốc của phương trình cân bằng năng lượng.

MIKE 21 HD là module tính dòng chảy

Phương trình liên tục.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (2)$$

Phương trình nước nông 2 chiều.

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \quad (3)$$

$$\frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \langle hT_{xx} \rangle + \frac{\partial}{\partial y} \langle hT_{xy} \rangle + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \quad (4)$$

$$\frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \langle hT_{xy} \rangle + \frac{\partial}{\partial y} \langle hT_{yy} \rangle + hv_s S$$

Trong đó:

$t$  : thời gian (s)

$x, y$  : không gian (m)

$\eta$  : dao động mực nước (m)

$d$  : mực nước trung bình (m)

$h=d+\eta$  : mực nước tổng cộng (m)

$\bar{u}, \bar{v}$  : vận tốc trung bình độ sâu, theo hướng  $x, y$  (m/s).

với: 
$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

$f = 2\Omega \sin \phi$ : lực Coriolis (  $\Omega$  : góc mặt trời .  $\phi$  : góc theo vĩ tuyến)

$g$  : gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>)

$\rho$  : mật độ nước biển (g/m<sup>3</sup>)

$S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$  : Ứng suất bức xạ sóng.

$Pa$  : Áp suất thủy tĩnh mực nước biển (mb)

$S$  : lưu lượng gia nhập vào hệ thống (m<sup>3</sup>/s).

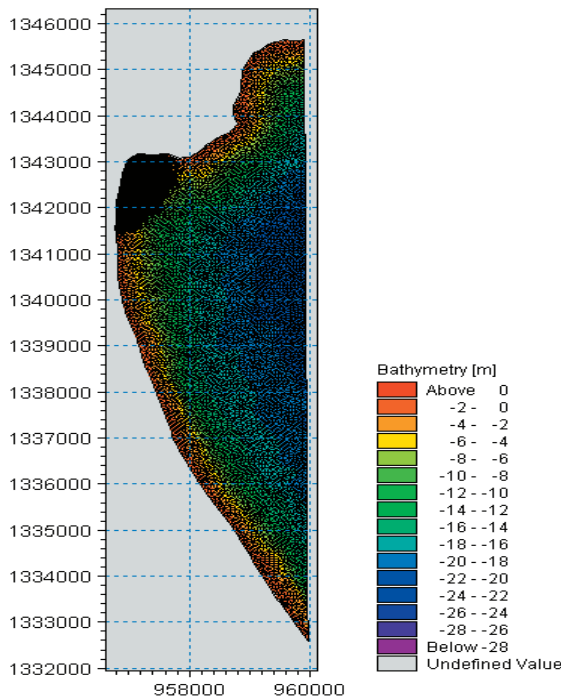
( $u_s, v_s$ ) : vận tốc nguồn gia nhập(m/s)

Các ứng suất tiếp tuyến với vận tốc trung bình theo độ sâu:

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, T_{xy} = A \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

**2. Số liệu đầu vào**

**a. Lưới tính và địa hình**



**Hình 1. Địa hình khu vực nghiên cứu**

**b. Số liệu đầu vào cho mô hình**

Trong mô hình MIKE 21 Flow Model FM, dữ liệu địa hình đáy là rất quan trọng không thể thiếu khi chạy mô hình. Địa hình này phải rất mịn mới xác định được dòng Rip khu vực ven bờ. Ngoài ra còn có các thông số quan trọng khác như:

Gió: vận tốc và hướng gió của các kịch bản sẽ được lấy theo số liệu Viện Hải dương học cung cấp.

Thủy triều: lấy theo hằng số điều hòa thủy triều của MIKE 21 Toolbox tại các biên ngoài khơi.

Sóng: dữ liệu sóng làm đầu vào cho mô hình

Một trong những dữ liệu đầu vào quan trọng nhất của MIKE 21 là dữ liệu địa hình đáy. Cơ sở dữ liệu này được đo đạc bởi viện Hải dương học Nha Trang và đã được kiểm nghiệm.

Dữ liệu địa hình thu thập ở dạng số, được chuyển sang định dạng file .xyz và đưa vào chương trình MIKE Zero để nội suy giá trị độ sâu trong tọa độ. Trong chương trình MIKE, dữ liệu địa hình nhập vào chương trình được lưu ở dạng file 2 chiều.

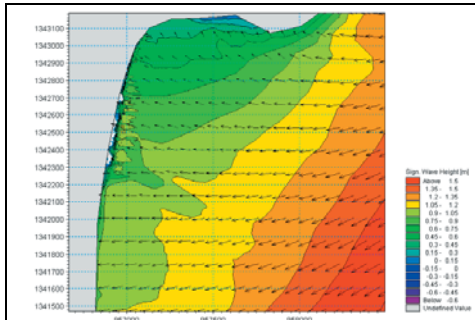
Khu vực chúng ta quan tâm là bãi tắm Cù Hin sẽ được chia lưới mịn hơn với khoảng cách giữa các nút lưới là 4m để thấy rõ được chế độ sóng khu vực ven bờ cũng như tính toán dòng rip. Còn các khu vực khác thì lưới tính sẽ được chia thưa hơn với tổng số phần tử tính toán là 78028 phần tử.

MIKE 21 Flow Model FM là kết quả tính toán trường sóng từ mô hình MIKE 21 Spectral Waves FM dưới dạng các ứng suất sóng  $S_{xx}$ ,  $S_{xy}$  và  $S_{yy}$ .

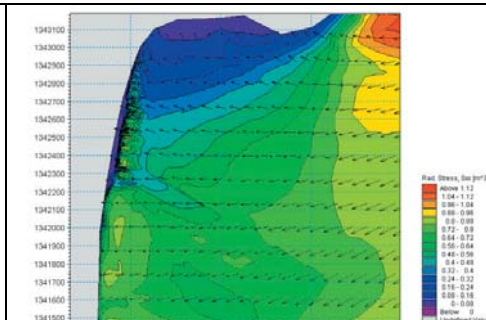
**3. Kết quả tính toán**

**a. Kết quả tính toán trường sóng**

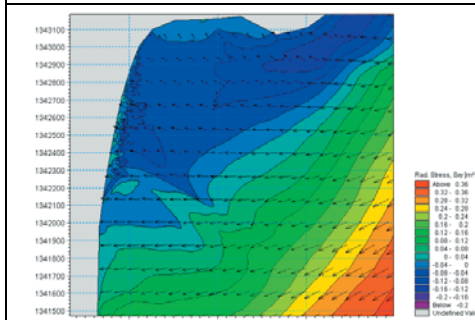
Trường sóng là yếu tố không thể không kể đến khi xét đến sự hình thành dòng Rip. Trong bài báo này chỉ trình bày trường hợp trường sóng đặc trưng của mùa gió đông bắc với độ cao sóng có nghĩa ngoài khơi 2.3 m, chu kỳ 7s với hướng sóng hướng đông bắc.



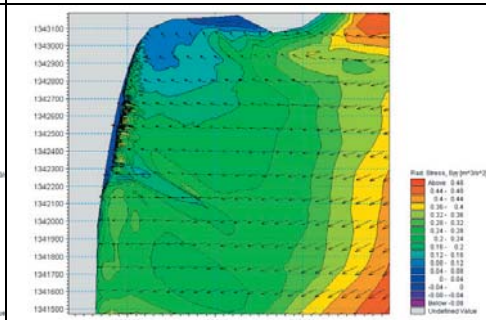
**Hình 2. Kết quả độ cao sóng có nghĩa ven bờ bãi tắm Cù Hin hướng Đông Bắc**



**Hình 3. Kết quả ứng suất sóng  $S_{xx}$  tại bãi tắm Cù Hin hướng Đông Bắc**



**Hình 4. Kết quả ứng suất sóng  $S_{xy}$  tại bãi tắm Cù Hin hướng Đông Bắc**



**Hình 5. Kết quả ứng suất sóng  $S_{yy}$  tại bãi tắm Cù Hin hướng Đông Bắc**

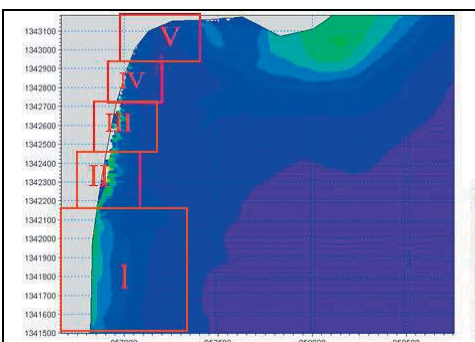
Kết quả tính toán trường sóng tại Cù Hin cho thấy trường sóng ngoài khơi lan truyền theo hướng đông bắc với độ cao sóng nằm trong khoảng 1,4 – 1,9 m, khu vực bãi tắm Cù Hin do được che chắn nên sóng bị nhiễu xạ dẫn khi vào khu vực ven bờ với độ cao sóng cũng nhỏ hơn so với các khu vực khác, đồng thời hướng sóng cũng bị đổi hướng dẫn khi đi vào trong, càng vào trong hướng sóng có khuynh hướng vuông góc với bờ. Tuy nhiên, khi độ cao sóng vào ven bờ bãi tắm Cù Hin thì độ cao sóng biến đổi rất nhiều do địa hình tại khu vực này khá phức tạp có nhiều rặng cưa, khi vào vùng nước nông, sóng gặp các bar cát làm cho độ cao sóng

tăng lên đột ngột và sau đó bề vỡ. Kết quả ứng suất sóng tại khu vực ven bờ cho thấy nơi đây sóng biến đổi rất phức tạp.

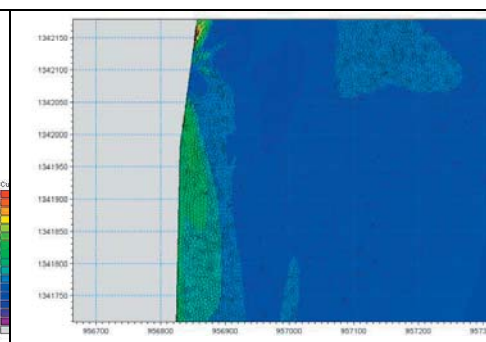
**b. Kết quả tính toán dòng Rip**

Kết quả tính toán ứng suất sóng vào mùa gió đông bắc sẽ là dữ liệu đầu vào phục vụ tính toán dòng rip theo phương pháp của Longuet-Higgins và Stewart (1964).

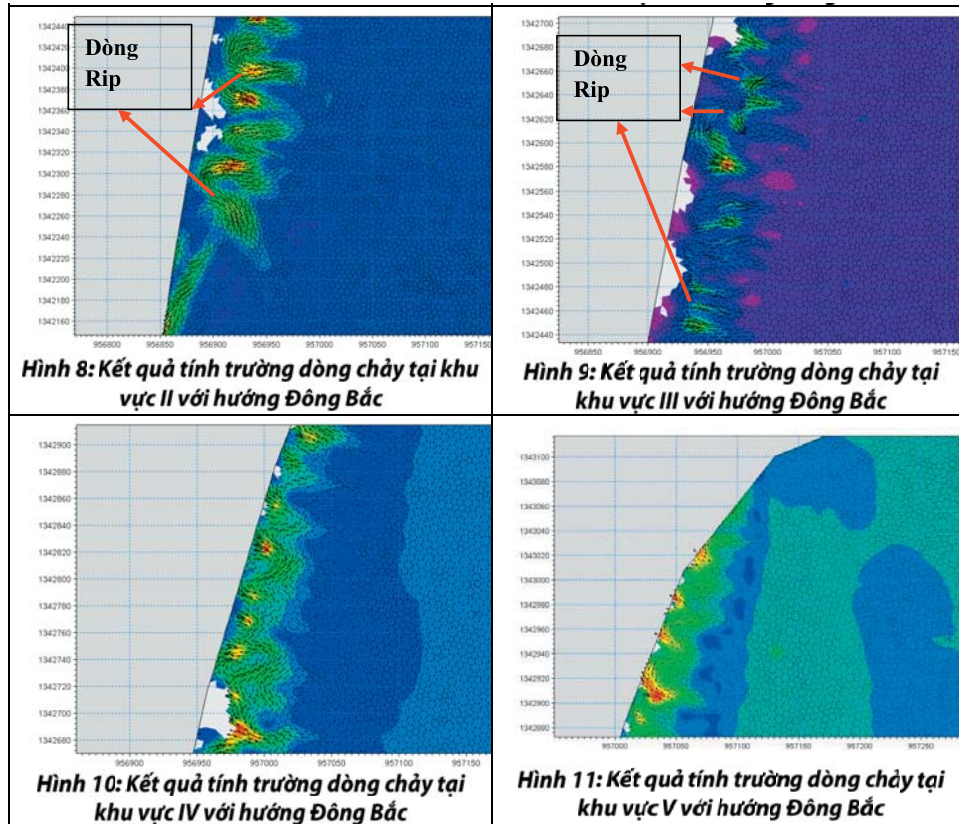
Do dòng rip rất hẹp nên kết quả dòng rip tại bãi tắm Cù Hin sẽ được xuất ra chia làm 5 khu vực nhỏ như hình sau:



**Hình 6. Kết quả tính dòng rip tổng thể với hướng Đông Bắc**



**Hình 7. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực I với hướng Đông Bắc**



Kết quả tính toán ứng với hướng sóng đông bắc cho thấy chỉ có khu vực II và khu vực III là có xuất hiện các dòng rip (5 dòng rip). Các dòng rip này có vận tốc dao động nằm trong khoảng 0,4 – 0,65 m/s, với chiều rộng nằm trong khoảng từ 10 – 40 m và chiều dài ra ngoài khơi khoảng từ 20 – 70 m. Các dòng rip này hầu như có vị trí cố định và xảy ra ở những nơi có các rãnh sâu tại khu vực ven bờ. Chúng rất nguy hiểm cho người du lịch tắm biển tại nơi đây nếu bị rơi vào dòng rip và không biết cách xử lý.

**4. Kết luận**

Kết quả tính toán cho thấy mô hình Mike 21 đã mô tả chi tiết và tính toán cụ thể dòng chảy rip tại khu vực ven bờ bãi biển Cù Hin. Mô hình đã cho thấy rõ được khu vực nào có khả năng xuất hiện dòng rip, khu vực nào xuất hiện các xoáy hay chỉ là dòng chảy dọc bờ đơn thuần, đồng thời còn thể hiện được cường độ của các dòng chảy một cách chính xác.

Mô hình Mike 21 đã tổng hợp được tất cả các

yếu tố có thể cấu thành dòng chảy rip như địa hình, trường sóng vỡ gần bờ, gió, thủy triều và cả các công trình ven bờ. Mô hình Mike của DHI đã được tin dùng và sử dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới trong đó có Việt Nam, nó được dùng để tính toán thủy triều, sóng, lan truyền chất, chuyển tải bùn cát,... Đây là lần đầu tiên tại Việt Nam mô hình Mike được sử dụng để tính toán dòng rip và đã cho kết quả khá tốt về dòng rip.

Trường sóng ven bờ đã được tính toán chi tiết và cho kết quả phù hợp với điều kiện địa hình biến đổi phức tạp tại khu vực ven bờ. Kết quả ứng suất sóng thay đổi rất phức tạp tại vùng ven bờ, đó là điều kiện để hình thành nên vị trí cũng như cường độ của dòng rip.

Mô hình chưa tính đến sự thay đổi của chế độ gió cũng như sự biến đổi chế độ sóng theo thời gian tại khu vực ảnh hưởng đến sự xuất hiện dòng rip như thế nào mà chỉ lấy gió và sóng là hằng số, vì thế sẽ không mô phỏng hết được diễn biến của dòng rip trong thực tế. Trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ xét đến vấn đề này.

**Tài liệu tham khảo**

1. Bowen, A. J., 1969: Rip currents 1. theoretical investigations. *Journal of Geophysical Research*, 74 (23), 5467–5478.  
 2. DHI, Manual Mike 21.