

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN DÒNG RIP (RIP CURRENT) KHU VỰC BÃI DÀI

PGS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng, CN. Ngô Nam Thịnh, CN. Trần Tuấn Hoàng

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Dòng 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. Nhận thấy được sự nguy hiểm của dòng Rip, một số nước trên thế giới đã có những nghiên cứu cụ thể về dòng Rip, ở Việt Nam chưa có nghiên cứu cụ thể nào để dự báo dòng Rip tại các bãi biển du lịch. Vì vậy, bài báo đã ứng dụng phương pháp của Longuet-Higgins và Stewart (1964) tính toán dòng Rip dựa vào ứng suất bức xạ sóng (Radiation stress) tại bãi tắm Bãi Dài góp phần phát triển du lịch biển Việt Nam.

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

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

Trong đó, $N(x, \sigma, \theta, t)$ là mật độ ảnh hưởng, t là thời gian, $x(x, y)$ là hệ tọa độ Cartesian, $v(c_x, c_y, c_\phi, c_\theta)$ 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.

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

Phương trình nước nông 2 chiều.

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

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

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

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

Trong đó:

- t : thời gian (s)
- x, y : không gian (m)
- η : 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)

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

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

g : gia tốc trọng trường (m/s²).

ρ : mật độ nước biển (g/m³)

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

P_a : Áp suất thủy tĩnh mực nước Biển (mb)

S : Lưu lượng gia nhập vào hệ thống (m³/s)

(u_x, v_x) : vận tốc nguồn gia nhập (m/s)

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

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

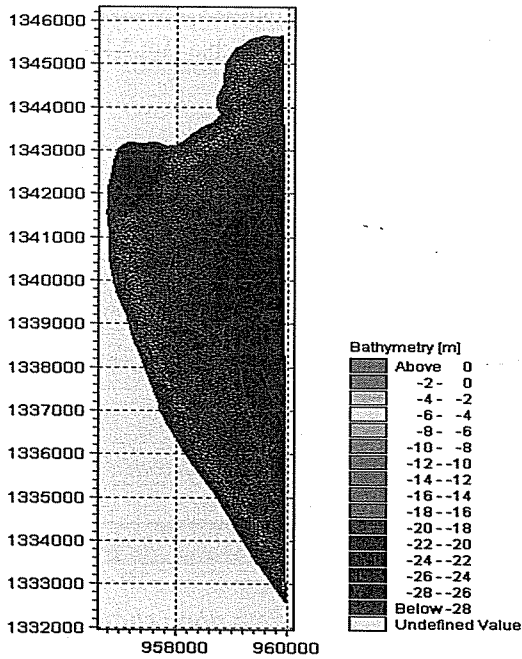
2. Số liệu đầu vào

a. Lưới tính và địa 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 là dữ liệu có độ tin cậy cao.

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 Bãi Dài sẽ được chia lưới mịn hơn với khoảng cách giữa các nút lưới là 4 m 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.



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:

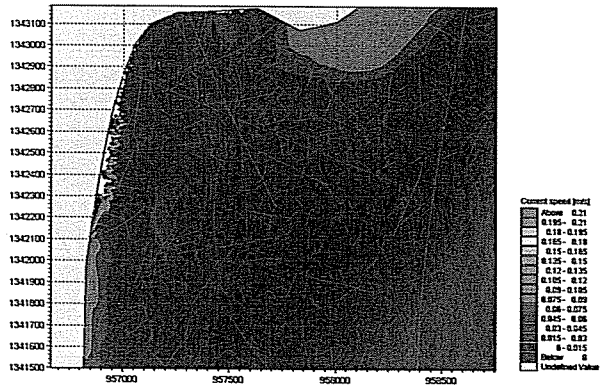
Gió: vận tốc và hướng gió của các kịch bản sẽ được lấy theo số liệu Viện Hải Dương Học cung cấp.

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

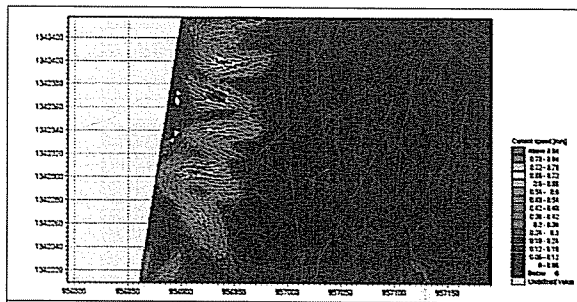
Sóng: dữ liệu sóng làm đầu vào cho mô hình Mike 21 Flow Model FM là kết quả tính toán trường sóng từ mô hình Mike 21 Spectral Waves FM dưới dạng các ứng suất sóng S_{xx} , S_{xy} và S_{yy} .

c. So sánh dòng Rip khi có ảnh hưởng triều và không ảnh hưởng triều

Trong phần này, chúng tôi tiến hành tính toán so sánh xem dòng triều có ảnh hưởng thế nào tới sự xuất hiện cũng như tới cường độ của dòng Rip. Cụ thể, dòng Rip sẽ được tính toán vào mùa gió Đông Bắc với $KB4: v=15\text{ m/s}, H=3.2\text{ m}, T=7.6\text{ s}$ ở 2 trường hợp là khi có triều và khi không có triều. Từ đó xuất kết quả so sánh sự khác nhau của dòng Rip ở 2 trường hợp tại vị trí như hình bên dưới.



Hình 3. Kết quả tính toán dòng Rip khi có triều



Hình 2. Kết quả tính toán dòng Rip khi không có triều

Qua kết quả tính toán dòng Rip trong trường hợp có triều và không có triều ta có một số nhận xét sau:

Kết quả khi có triều và khi không có triều cho thấy vị trí dòng Rip là không thay đổi và vận tốc dòng Rip lúc này cũng không khác nhau lắm. Chiều dài và chiều rộng dòng Rip khi có triều khác đi chút ít nhưng không đáng kể so với khi không có triều, các xoáy khi có triều và khi không có triều vẫn xuất hiện gần như tương tự nhau.

Vậy, thủy triều hầu như không ảnh hưởng tới tính chất của dòng Rip như vị trí xuất hiện, cường độ dòng Rip. Vì vậy, trong kết quả tính dòng Rip chúng tôi ko xét đến ảnh hưởng của thủy triều.

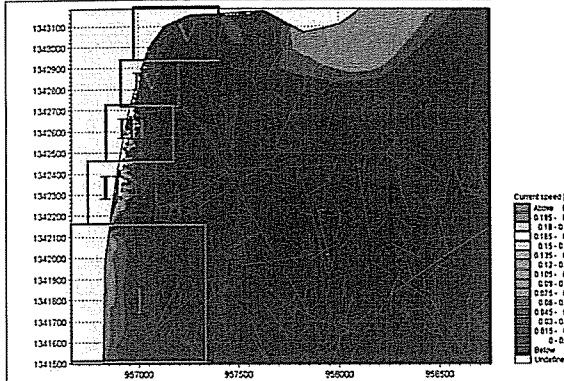
3. Kết quả tính toán

Kết quả tính toán dòng Rip bao gồm rất nhiều trường hợp (gồm 4 hướng, mỗi hướng gồm 4 trường hợp) nhưng do giới hạn của bài báo nên chỉ trình bày một số kết quả tính toán tại khu vực. Ở đây chỉ trình

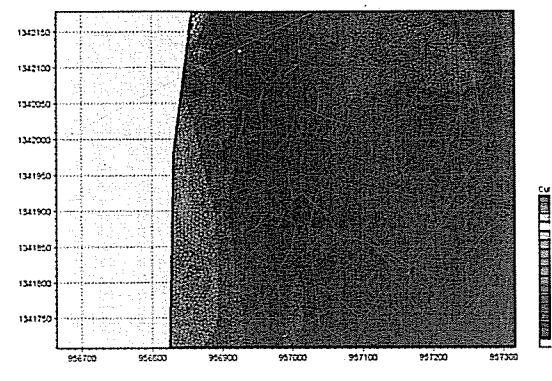
bày 1 trường hợp biên sóng ngoài khơi KB3: $v=12$ m/s, $H=2,3$ m, $T=7$ s ứng với 2 hướng là Đông Bắc (NE) và Đông (E).

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

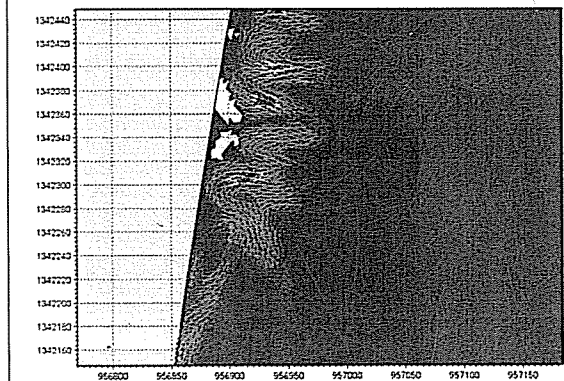
Kết quả hướng Đông Bắc



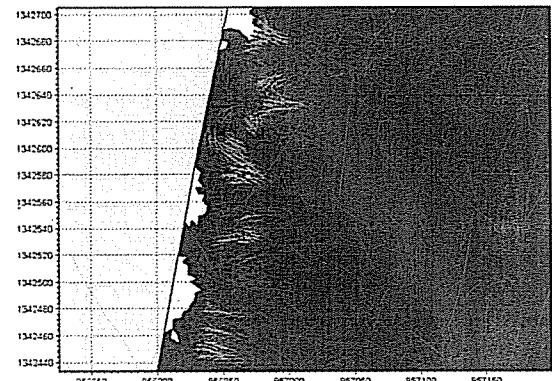
Hình 4. Kết quả tính dòng Rip tổng thể với hướng Đông Bắc



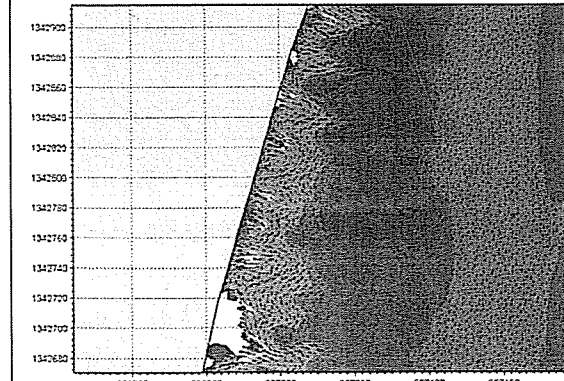
Hình 5. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 1 với hướng Đông Bắc



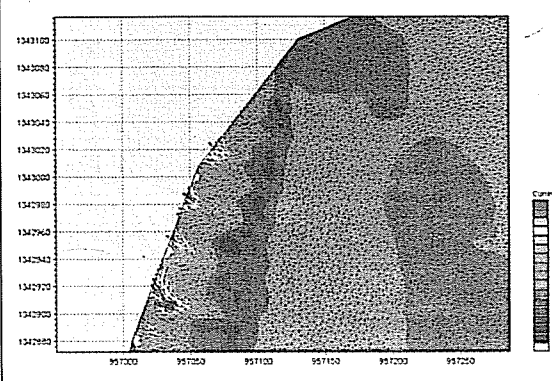
Hình 6. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 2 với hướng Đông Bắc



Hình 7. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 3 với hướng Đông Bắc



Hình 8. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 4 với hướng Đông Bắc

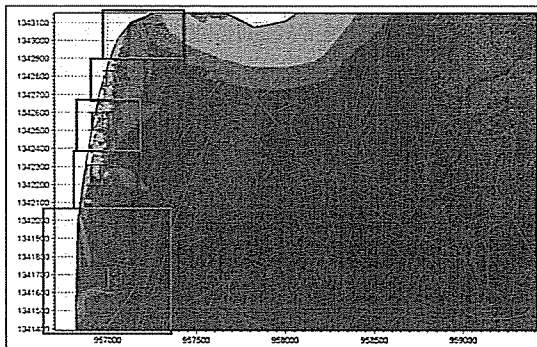


Hình 9. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 5 với hướng Đông Bắc

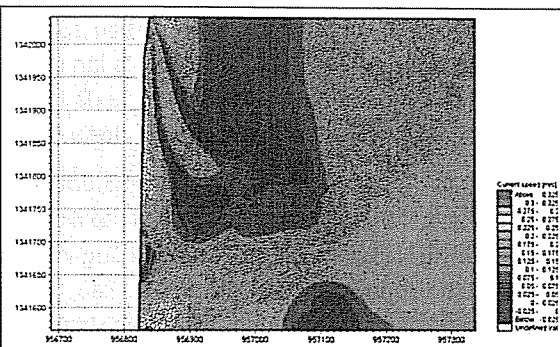
Kết quả tính toán ứng với hướng Đông Bắc cho thấy chỉ có khu vực II và khu vực III là có xuất hiện các dòng Rip (5 dòng Rip). Các dòng Rip này có vận tốc dao động nằm trong khoảng 0,4 – 0,65 m/s, với chiều

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 chúng rất nguy hiểm cho người du lịch tắm biển tại nơi đây nếu như rơi vào dòng Rip.

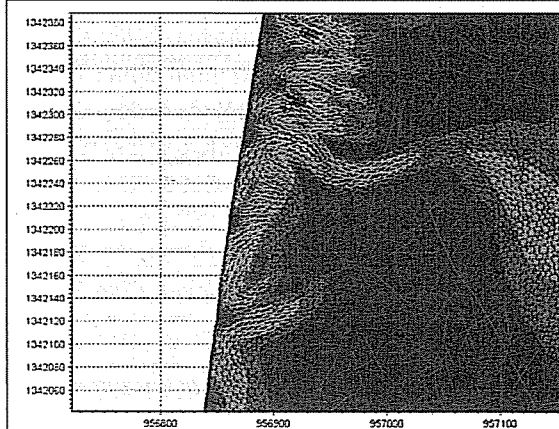
Kết quả hướng Đông



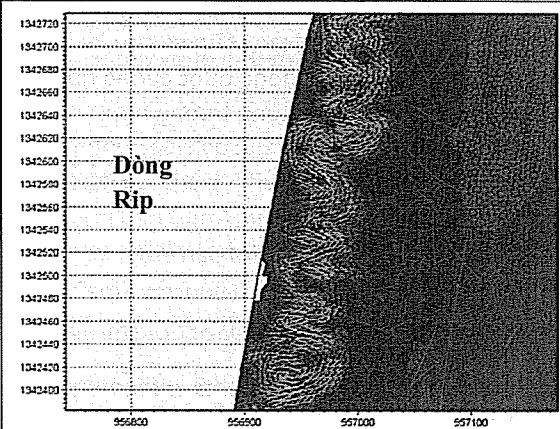
Hình 10. Kết quả tính dòng Rip tổng thể với hướng Đông



Hình 11. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 1 với hướng Đông



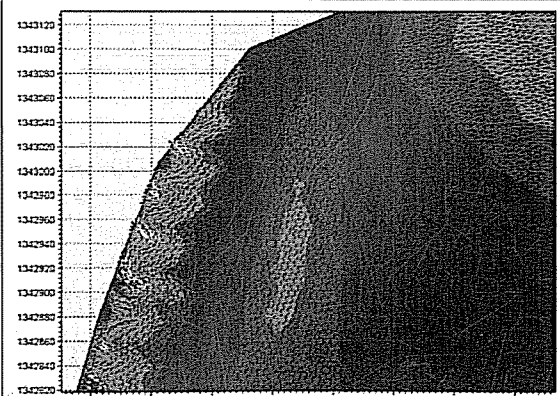
Hình 12. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 2 với hướng Đông



Hình 13. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 3 với hướng Đông



Hình 14. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 4 với hướng Đông



Hình 15. Kết quả tính trường dòng chảy tại khu vực 5 với hướng Đông

Kết quả tính toán ứng với hướng Đông cho thấy cũng chỉ có khu vực II và khu vực III là có xuất hiện các dòng Rip. Vào hướng Đông thì tại Bãi Dài xuất hiện nhiều dòng Rip hơn, với cường độ cũng mạnh hơn so với hướng Đông Bắc. Các dòng Rip này có vận tốc khá lớn nằm trong khoảng 0,4 – 0,8 m/s.

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 Bãi Dài. Mô hình đã cho thấy rõ được 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.

Mô hình Mike đã được sử dụng để tính toán dòng Rip tại khu vực bãi biển Bãi Dài theo 4 mùa gió Đông Bắc, Đông, Đông Nam và Nam mỗi mùa gió ứng với 4 kịch bản chế độ sóng và gió khác nhau (độ cao, chu kỳ, vận tốc gió khác nhau) đã cho thấy được ứng với mỗi mùa khác nhau đã cho số lượng dòng Rip khác nhau, trong đó mùa gió Đông Bắc và Đông xuất hiện nhiều dòng Rip hơn so với mùa gió Đông Nam và Nam. Đồng thời ứng với độ cao sóng và chu kỳ khác nhau mô hình cũng đã mô phỏng được cường độ của các dòng Rip khác nhau qua từng trường hợp.

Các kết quả điều cho thấy tại khu vực bãi biển Bãi Dài xuất hiện khá nhiều dòng Rip tại những vị trí cố định cần được quan tâm, tuy nhiên vào mùa gió Đông Nam thì khu vực Bãi Dài lại ít xảy ra hiện tượng dòng Rip, vì vậy du khách tắm biển tại đây vào mùa gió Đông Nam sẽ an toàn hơn so với các mùa khác trong năm. Mô hình đã mô phỏng được cường độ của từng dòng Rip theo từng mùa ứng với độ cao sóng và chu kỳ khác nhau sẽ giúp các nhà quản lý xây dựng mạng lưới cảnh báo và phòng chống tai nạn ứng với các mùa gió và chế độ sóng khác nhau.

Mô hình chưa tính đến sự thay đổi của chế độ gió cũng như chế độ sóng tại khu vực ảnh hưởng đến sự xuất hiện dòng Rip như thế nào mà chỉ lấy gió là hằng số, vì thế sẽ có những sai số nhất định. Trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ xét đến vấn đề này.

Tài liệu tham khảo

1. *Manual Mike 21*
2. *Wendy Carey, Jim Kirby, Ib Svendsen. Rip Current. Produced by the University of Delaware Sea Grant College Program & the Center for Applied Coastal Research*
3. *Bowen, A. J., 1969: Rip currents 1. theoretical investigations. Journal of Geophysical Research, 74 (23), 5467–5478*
4. *Brander, R. W. and A. D. Short, 2001: Flow kinematics of a low energy rip current system. Journal of Coastal Research, 17 (2), 468–481.*
5. *Engle, J. A., 2003: Formulation of a rip current forecasting technique through statistical analysis of rip current-related factors. M.S. thesis.*
6. <http://www.ucar.edu/news/releases/2005/ripcurrents.shtml>
7. <http://www.vnio.org.vn/Gi%E1%BB%9Bithi%E1%BB%87uv%E1%BB%81d%C3%B2ngrip/tabid/284/language/vi-VN/Default.aspx>